COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur un paradoxe analogue au problème de Saint-Pétersbourg ;* par M. J. Bertrand.

« Aucun problème, peut-être, n'a donné lieu à plus de commentaires et d'explications que celui dont le résultat paradoxal a fait naître la théorie de l'espérance morale.

» Les géomètres, parmi lesquels on en peut citer de très illustres, ont cherché à concilier le calcul avec les indications du bon sens sans qu'aucun ait osé dire simplement : Le calcul donne ce qu'il doit donner, son indication est non seulement exacte, mais parfaitement raisonnable.

» Le calcul assigne une somme infinie pour valeur équitable à une espé-

rance, que personne, sans être taxé de folie, ne consentirait à payer 100^{fr}.

» Il n'y a rien là qui doive surprendre : il est déraisonnable de jouer gros jeu, et les conséquences sont d'autant plus fâcheuses qu'on risque une plus grosse somme à un jeu qui donne une plus grande chance de la perdre. Si l'on émet une loterie de 10000 billets à 1 million le billet, il sera très déraisonnable pour quiconque n'est pas très riche d'y prendre un ou plusieurs billets : le calcul consulté dira cependant et doit dire que, si 10 milliards sont promis au gagnant, les conventions sont équitables. La différence est grande entre des conventions équitables et des conventions auxquelles il soit sage de souscrire.

» Le paradoxe de Saint-Pétersbourg résulte uniquement de cette distinction à laquelle s'ajoute l'étonnement causé par la combinaison ingénieuse des conditions du jeu, qui rend possibles des bénéfices immenses habilement dissimulés dans l'énoncé.

» Je veux signaler un problème très différent dans la solution duquel une somme infinie représente la valeur d'une espérance que la théorie, superficiellement étudiée, fait considérer comme très petite.

» Pierre possède une fortune, petite ou grande, et joue, à des conditions équitables ; la probabilité de gagner, par exemple, est $\frac{1}{2}$ et les deux enjeux sont égaux à 100^{fr}.

» Quelle que soit sa fortune, dit le Calcul des probabilités, Pierre est certain de se ruiner.

» On peut assigner un nombre de coups assez grand pour que la probabilité de perdre à un certain instant une somme égale à la totalité de sa fortune approche autant qu'on voudra de la certitude. A ce moment il doit cesser de jouer, il perd toute chance de se relever et la ruine est consommée

» Supposons cependant que, sans se contenter de cette vague menace, Pierre demande des chiffres : après combien de coups a-t-il, sa fortune étant donnée, une chance $\frac{1}{2}$, une chance $\frac{9}{10}$, une chance $\frac{99}{100}$ d'être ruiné ? Les nombres croissent rapidement quand la probabilité approche de la certitude ; sans en faire ici le tableau, qui se déduit d'une intégrale très connue, j'ai résolu le problème suivant :

» *Pierre propose au géomètre qui déclare sa ruine assurée de lui donner autant de centimes qu'il pourra jouer de parties et demande quelle somme on devra, équitablement, lui promettre en échange.*

» Cette somme est infinie.

» Les deux propositions sont incontestables.

» Si Pierre joue toujours, il est certain de se ruiner.

» La promesse de 1 centime par partie jusqu'au moment où le jeu cessera par la ruine de Pierre ne peut être payée équitablement par aucune somme si grande qu'elle soit.

» Pierre, s'il n'est pas géomètre, croira certainement, comme autrefois le chevalier de Méré, que l'Arithmétique se dément.

» Il n'en est rien.

» La probabilité pour que la ruine de Pierre se produise après μ parties est de l'ordre

$$\frac{1}{\mu\sqrt{\mu}};$$

l'espérance mathématique de la somme μ qui sera payée dans ce cas est de l'ordre

$$\frac{1}{\sqrt{\mu}};$$

la série dont le terme général est $\frac{1}{\mu\sqrt{\mu}}$ est convergente.

» Celle dont le terme général est $\frac{1}{\sqrt{\mu}}$ est divergente.

» Ces quelques mots contiennent toute l'explication. J'ajouterai que, si Pierre, dont la fortune est a, joue contre un seul adversaire dont la fortune soit b, le perdant, à chaque partie, donnant 1fr au gagnant, une rétribution de 1fr par partie, jusqu'à la ruine de l'un des deux joueurs, aurait pour valeur ab.

» Lorsque Pierre joue avec quiconque se présente, son adversaire est le public, il faut supposer b infini et l'on obtient le théorème annoncé. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'état de la potasse dans les plantes, le terreau et la terre végétale, et sur son dosage. Terre végétale;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Divers faits observés dans le cours de nos recherches nous ont conduits à reprendre l'examen de l'état de la potasse dans les plantes, dans la terre où elles sont cultivées et dans le terreau, produit intermédiaire de la désagrégation spontanée des plantes annuelles. Il s'agit de savoir

jusqu'à quel point, dans ces diverses matières, la potasse se trouve à l'état de sels solubles dans l'eau, de sels insolubles attaquables par les acides étendus, enfin de sels insolubles résistant plus ou moins longtemps aux acides étendus : questions fort intéressantes, non seulement pour le dosage de cet alcali, mais pour l'étude de la nutrition des végétaux, des engrais et des échanges qui s'opèrent entre le sol et les êtres vivants. Disons seulement que, d'après nos essais, il n'existe pas de démarcation absolue entre les trois états de la potasse signalés ci-dessus, quant au fait même de son passage de la terre aux végétaux. Avec le temps, tous les degrés intermédiaires d'utilisation se produisent : circonstance essentielle à rappeler pour la détermination des engrais complémentaires. Ces études font suite à nos travaux sur le dosage dans la terre du carbone, tant soluble qu'insoluble, et sur le dosage des composés azotés, dans leurs diverses formes d'azotates, d'ammoniaque libre et de principes susceptibles d'en fournir avec une facilité diverse, sous l'influence déjà connue des alcalis, comme sous l'influence, peu étudiée avant nous, des acides étendus (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, p. 317).

» Commençons par la terre végétale. Notre échantillon contenait pour 1^{kg} sec : carbone organique $23^{gr},5$; azote $1^{gr},66$ au commencement de la saison, $1^{gr},73$ à la fin. Nous avons examiné l'action de l'eau pure dans diverses conditions; celle de l'acide chlorhydrique diversement concentré et à différentes températures; celle de l'acide azotique pur (4HO), froid et bouillant, et dans les conditions d'oxydation définies par les Traités d'Analyse chimique agricole.

» *Potasse totale.* — Commençons par le dosage exact de la potasse totale, dosage indispensable pour donner la connaissance des réserves de fertilité d'une terre et la seule mesure rigoureuse des engrais complémentaires. Tout procédé analytique qui ne détruit pas complètement les silicates insolubles, par le fluorhydrate d'ammoniaque, ou avec le concours des carbonates de chaux ou de baryte, ne fournit pour le dosage de la potasse que des notions extrêmement imparfaites et insuffisantes.

» Trois dosages, avec élimination de silice par le fluorhydrate d'ammoniaque, ont fourni, pour 1^{kg} de notre terre sèche :

Potasse (KO = $47^{gr},1$)........ $8^{gr},94$; $8^{gr},93$; $8^{gr},89$; Moyenne : $8^{gr},92$

» Étudions maintenant l'action de l'eau et des acides et de divers autres composés sur la terre : cette étude éclaircit les conditions dans lesquelles les alcalis peuvent être cédés par la terre, soit aux végétaux, soit aux eaux de

drainage; et elle jette un jour nouveau sur ce que l'on a appelé *le pouvoir absorbant* de la terre, désignation conventionnelle qui exprime un fait sans en fournir l'interprétation.

» 1. *Action de l'eau pure* sur la terre. — On a pris un pot contenant 50^{kg} de terre (supposée sèche), sous une surface de 1500^{cq}, et une épaisseur de 50^{cm} environ. On a lessivé avec 50^{kg} d'eau, ajoutée successivement : ce qui répond à une couche d'eau totale de 33^{cm}. On a recueilli les $\frac{9}{10}$ environ de cette eau. Elle contenait, pour 1^{kg} de terre sèche : $KO = 0^{gr},0029$.

» On voit par là l'influence limitée du drainage pour enlever la potasse.

» Cette élimination croît avec la dose de l'eau, d'abord proportionnellement; puis, la dose d'eau augmentant toujours, la potasse éliminée paraît tendre vers une limite, du moins dans un court intervalle de temps.

» 2. *Eau pure*. — 200^{gr} de la même terre ont été délayés dans un litre d'eau distillée froide. Après 24 heures, on décante, on lave avec un nouveau litre d'eau. On trouve ainsi, pour 1^{kg} de terre sèche :

KO .... $0^{gr},0305$

La proportion de potasse est ici décuple de la précédente, l'eau ayant pareillement décuplé. Mais cette progression ne se soutient pas.

» 3. *Eau pure*. — 100^{gr} de la même terre; 1 litre d'eau froide; $1^{h}30^{m}$.

On filtre. L'eau renferme (pour 1^{kg} de terre)................	$KO = 0^{gr},067$	
On délaye le résidu dans 1 litre de nouvelle eau, etc. Après 24 heures..	$KO = 0,049$	0,143
On délaye une troisième fois dans 1 litre d'eau, etc. Après 3 nouveaux jours....................................	$KO = 0,027$	

» D'après ces nombres, une proportion d'eau indéfinie, agissant dans un court espace de temps, tendrait à enlever à notre terre une dose de potasse inférieure à $0^{gr},200$; soit le quarantième environ de la potasse totale. Celle-ci est donc engagée presque en totalité dans des composés insolubles, de nature minérale, tels que les silicates, ou de nature organique. Les uns de ces composés paraissent être de véritables sels presque insolubles, comparables au picrate ou au bitartrate; les autres représentent des combinaisons de l'ordre de l'apatite, formées par l'association d'un sel minéral ou organique, soluble isolément, avec un principe organique complexe.

» 4. *Terre calcinée et eau pure*. — 100^{gr} de terre sèche ont été chauffés au rouge sombre, au contact de l'air, de façon à détruire les composés organiques et à faire disparaître les hydrates minéraux de nature colloïdale.

Puis on les a mis en contact avec 1 litre d'eau froide, pendant 24 heures.

Pour 1^{kg} : KO........................... $0^{gr},047$

chiffre peu différent des $0^{gr},067$ obtenus avant calcination.

» Ceci montre que, dans l'espèce, il s'agit principalement des silicates et autres composés minéraux, le pouvoir absorbant attribué aux principes organiques ayant joué ici peu de rôle. L'influence de l'eau sur ces composés croît d'ailleurs avec le temps, la température; elle varie avec la présence de divers principes organiques ou salins, celle de l'acide carbonique (susceptible d'être fourni par l'atmosphère), ou des autres acides, toutes influences capables d'intervenir dans le cours de la végétation.

» 5. *Eau sucrée.* — 100^{gr} de terre ont été traités par 400^{cc} d'eau et 8^{gr} de sucre de canne. Après 24 heures, à froid, on a décanté. Le résidu a été traité en plusieurs fois par 400^{cc} d'eau distillée.

Pour 1^{kg} terre sèche : KO.................. $0^{gr},146$

Ce chiffre est plus que double de la potasse extraite par la même quantité d'eau pure : ce qui met en évidence une certaine action spécifique du sucre pour rendre la potasse soluble, en diminuant le pouvoir absorbant de la terre, ou plus exactement en dissociant les composés qui retenaient la potasse à l'état insoluble. Les hydrates de carbone solubles contenus dans les plantes doivent agir de la même manière.

» 6. *Éther acétique.* — 100^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau et 8^{gr} d'éther acétique; 24 heures à froid, etc., comme plus haut; 1^{kg} de terre sèche :

KO.................................... $0^{gr},070$

Ce chiffre ne diffère pas sensiblement de l'action de l'eau pure.

» 7. *Acétamide.* — 100^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau, 8^{gr} d'acétamide :

Pour 1^{kg} : KO............................ $0^{gr},148$

Le principe amidé a donc agi pour rendre la potasse soluble.

» 8. *Ammoniaque.* — 100^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau renfermant 8^{gr} d'ammoniaque; 24 heures à froid, etc. :

Pour 1^{kg} : KO............................ $0^{gr},067$

C'est sensiblement la même action que l'eau pure.

» 9. *Acide carbonique.* — 100^{gr} de terre, 1^{lit} d'eau froide dans un flacon;

on fait passer un courant régulier de gaz carbonique pendant $1^h 30^m$, en agitant. On décante; on lave en plusieurs fois avec 400^{cc} d'eau :

Pour 1^{kg} de terre sèche..................................	KO = 0^{gr},121	0^{gr},198
On répète sur le résidu, l'acide carbonique durant 8 heures et le contact de l'eau saturée de ce gaz, 24 heures......	KO = 0^{gr},077	

» On voit que la dose de potasse soluble a augmenté sous l'influence de l'acide carbonique. Elle est double à peu près, dans des conditions données de temps, de la dose extraite par l'eau pure : accroissement bien moindre que celui que l'on aurait été porté à supposer et qui ne diffère guère de l'action exercée par les principes neutres (sucre, acétamide).

» L'action de l'acide carbonique mérite attention, le drainage s'exerçant dans une atmosphère très riche en ce gaz.

» 10. *Acide acétique.* — Cet acide a été pris comme type d'acide organique, moins énergique que les acides minéraux.

50^{gr} de terre sèche, 200^{cc} eau, 4^{gr} acide acétique, $1^h 30^m$ à froid; on lave par 400^{cc} eau, etc. Pour 1^{kg}..........................	KO = 0^{gr},200	0^{gr},290
200^{cc} eau et 4^{gr} d'acide; 24 heures à froid, etc.............	KO = 0^{gr},090	

» Ces doses de potasse rendues solubles sont plus fortes de moitié environ qu'avec l'acide carbonique et les principes organiques.

» 11. *Acide chlorhydrique.*

50^{gr} de terre sèche, 200^{cc} d'eau, 4^{gr} HCl, $1^h 30^m$ à froid, etc...	KO = 0^{gr},242	0^{gr},404
Le résidu, repris par 200^{cc} d'eau, 4^{gr} HCl; 24 heures........	KO = 0,114	
Troisième traitement pareil; 3 jours......................	KO = 0,048	

» L'action de l'acide minéral étendu est double à peu près de celle de l'acide carbonique et des principes neutres.

» 12. *Acide azotique.*

50^{gr} de terre, 200^{cc} eau renfermant 4^{gr} AzO^6H, $1^h 30^m$ à froid, etc..	KO = 0^{gr},202	0^{gr},296
Deuxième traitement, 24 heures, etc........................	KO = 0^{gr},094	

» Résultats voisins de l'acide acétique et de l'acide chlorhydrique; doubles de l'acide carbonique et des principes neutres.

» On voit par là que l'on ne saurait définir par une hypothèse quelque peu vraisemblable la proportion de potasse d'un sol susceptible d'être enlevée par la végétation, en se bornant à traiter ce sol par l'eau ou par les acides étendus, agissant à froid. La quantité de potasse rendue ainsi

soluble varie avec la nature de l'acide, sa concentration, la température des liquides et la durée des traitements.

» 13. *Acide chlorhydrique étendu, à froid et à chaud.* — 50gr terre, 200cc acide au centième; 2 heures à froid :

Pour 1kg terre sèche : KO............. 0gr,076

chiffre inférieur à celui de l'expérience (11), et voisin de l'eau pure. L'acide, étant employé en proportion trop faible, a été saturé presque entièrement par le carbonate de chaux du sol. En répétant l'expérience et maintenant au bain-marie vers 100°, pendant 2 heures, on a obtenu :

KO.................................. 0gr,306

ce qui est dû surtout à l'action de l'eau chaude.

» *Acide chlorhydrique plus concentré, à chaud.* — 200gr terre; 400cc acide pur au dixième, à froid. Lavage à l'eau chaude, etc. :

Pour 1kg terre sèche : KO............. 0gr,226

50gr terre; 60gr acide pur et 200cc eau; 2 heures à froid. On lave avec 400cc eau chaude, etc. :

KO.................................. 0gr,250

Même traitement. On fait digérer au bain-marie bouillant pendant 2 heures :

KO.................................. 0gr,798

L'acide, malgré sa concentration et le lavage ultérieur à l'eau chaude, a agi à froid à peu près comme dans l'expérience (11). Mais la digestion au bain-marie a suffi pour tripler la dose de potasse rendue soluble.

» 14. *Acide azotique pur* (4HO), *à froid et à chaud.* — 50gr terre, imbibée avec cet acide, à froid, 4 heures; on lave avec 400cc d'eau, etc. :

Pour 1kg terre sèche : KO............. 0gr,220

Même expérience, en chauffant au bain-marie bouillant, 4 heures :

Pour 1kg terre sèche : KO............. 0gr,651

Même expérience, la terre étant humectée d'acide, séchée au bain-marie et l'opération réitérée plusieurs fois :

Pour 1kg terre sèche : KO............. 0gr,456

50gr de terre ont été délayés dans l'acide azotique pur, et portés à l'ébullition jusqu'à absence de vapeurs nitreuses, conformément aux prescriptions

de certains Traités d'Analyse agricole; ceci a exigé 16 heures. On a lavé le dépôt par décantation, puis sur un filtre avec de l'eau bouillante :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $1^{gr},026$

Dans ce procédé, l'attaque des sels potassiques par l'acide est beaucoup plus profonde, la potasse étant quintuple de celle qu'on a obtenue à froid. Cependant on a été loin d'obtenir ainsi la totalité de la potasse contenue dans notre terre; on n'en a même guère obtenu plus de la neuvième partie. La potasse variant dans de semblables limites, suivant le procédé de traitement, les dosages par les acides constituent des procédés tout à fait incorrects. Ils ne fournissent ni la potasse totale, ni la potasse facilement déplaçable, qui varie suivant la température, la durée de l'attaque et la proportion d'acide, comme on pouvait s'y attendre. Entre l'acide chlorhydrique, qui agit uniquement comme acide, et l'acide nitrique, qui oxyde les principes organiques, il n'existe pas à cet égard de différence décisive.

» Nous avons cru utile de chercher encore comment se comporte la terre préalablement calcinée au contact de l'air.

» On a vu qu'elle ne cède guère à l'eau moins de potasse que la terre inaltérée (expérience 4). Or elle a cédé à l'acide chlorhydrique froid (50^{gr} terre; 200^{cc} eau ; 4^{gr} HCl. — 24^{h} de contact; lavage avec 400^{cc} eau):

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $0^{gr},488$

chiffre double du résultat obtenu avec la terre renfermant des principes organiques.

» Si on la fait bouillir avec le même acide au dixième, on en extrait ensuite, avec 400^{cc} d'eau ajoutés par parties :

Pour 1^{kg} terre sèche : KO............. $1^{gr},366$

» Ces doses variables résultent surtout de l'altération des silicates pendant la calcination. Elles montrent, par une nouvelle preuve, que le dosage de la potasse de la terre ne peut être réalisé si l'on n'élimine la silice, ainsi qu'il a été dit. Or il est nécessaire d'estimer toute la potasse du sol, susceptible d'intervenir par des actions plus ou moins lentes; aucune ligne de démarcation précise n'existant entre la potasse du sol assimilable immédiatement, et la potasse susceptible d'intervenir dans le cours d'une végétation annuelle, pour ne pas aller plus loin. Il ne suffit pas, à cet égard, de doser la potasse, extraite en traitant la terre soit par l'eau pure

et froide, soit par un acide très étendu et froid. Non seulement cette définition est fort imparfaite, la dose rendue soluble variant avec la température et les conditions de l'expérience ; mais cette dose est une si petite fraction de la potasse totale, qu'elle ne saurait fournir aucun renseignement sérieux ni sur les réserves de cet alcali contenues dans le sol, ni sur la proportion des engrais potassiques complémentaires. Il faut, nous le répétons, doser la potasse totale. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les deux principaux fondements des doctrines reçues à l'égard de la dualité cérébrale dans les mouvements volontaires;* par M. **Brown-Séquard.**

« Dans la séance du 17 octobre dernier (*Comptes rendus*, p. 646), j'ai rapporté des faits qui semblent démontrer que chaque moitié de l'encéphale peut servir aux mouvements volontaires des deux côtés du corps. Je vais rapporter aujourd'hui des faits et des arguments dont quelques-uns conduisent directement à cette conclusion, et dont les autres démontrent la fausseté des principaux fondements des doctrines reçues à l'égard du rôle des deux moitiés de l'encéphale dans les mouvements volontaires.

» I. La doctrine ancienne, qui règne encore et d'après laquelle l'une des moitiés de l'encéphale sert exclusivement aux mouvements volontaires des membres du côté opposé, est fondée en partie sur la supposition que des irritations modérées de la masse nerveuse intra-cranienne d'un côté ne déterminent de mouvements que dans les membres du côté opposé. Déjà, dans un travail que j'ai communiqué à l'Académie le 8 mai 1882 (*Comptes rendus*, vol. XCIV, p. 1285), j'ai rapporté des résultats de nombreuses expériences montrant que l'irritation de la base de l'encéphale, loin de produire toujours des mouvements du côté opposé, fait, au contraire, le plus souvent, mouvoir uniquement les membres du côté correspondant. Je vais ajouter aujourd'hui, aux faits que j'ai rapportés dans ce travail, des particularités très intéressantes montrant bien que les effets moteurs des irritations encéphaliques sont en contradiction absolue avec les théories reçues.

» Depuis la découverte de Fritsch et Hitzig, qui ont montré qu'une certaine zone de la surface cérébrale fait mouvoir, lorsqu'on l'irrite, les membres du côté opposé, on a considéré cette partie comme le siège central de la puissance motrice volontaire. D'après les médecins, l'incitation

volontaire partant de ces prétendus centres psycho-moteurs descend par de nombreux conducteurs jusqu'à la partie postérieure et inférieure de la base de l'encéphale, où elle se propage, le long de la ligne médiane, jusqu'à la terminaison du bulbe rachidien. Là les conducteurs qui la transmettent passent tous ou presque tous, ceux de droite dans la moitié gauche de la moelle épinière, ceux de gauche dans la moitié droite de ce centre nerveux. Si cette notion était exacte, toute irritation d'un côté de l'encéphale, depuis la zone excito-motrice jusqu'à l'entre-croisement des pyramides antérieures, ne devrait déterminer que des mouvements du côté opposé. Or, depuis dix ans, dans un nombre immense d'expériences ayant des buts très variés, sur des singes, des chiens, des chats, des lapins et des cobayes, j'ai eu l'occasion de constater les faits suivants : 1° l'irritation galvanique ou mécanique de la capsule interne ne cause quelquefois que des mouvements de l'un ou des deux membres du côté correspondant; 2° l'irritation du pédoncule cérébral, à sa partie inférieure surtout, produit plus fréquemment des mouvements du côté correspondant que de l'autre; 3° l'irritation du pont de Varole, dans sa partie considérée comme motrice, dans les trois quarts des cas, ne fait mouvoir que les membres du côté correspondant; 4° l'irritation de la pyramide antérieure, huit ou neuf fois sur dix, détermine des mouvements de l'un ou des deux membres du même côté.

» Ce dernier fait étant de la plus haute importance, je l'ai étudié dans des conditions très variées et j'ai toujours obtenu les résultats que je viens d'indiquer. Dans nombre de cas, la pyramide antérieure mise à nu par l'ouverture du crâne à sa partie inférieure et antérieure, je l'ai coupée transversalement *à droite*, par exemple, au voisinage de l'entre-croisement, et j'ai pu voir que l'irritation mécanique ou galvanique de ses fibres, qui pourtant passaient de *droite* à *gauche*, causait presque toujours des mouvements du membre antérieur *droit* seul ou des deux membres *droits*, ceux du côté *gauche* restant immobiles. Il y a plus : l'irritation mécanique ou galvanique des faisceaux de fibres des pyramides, au niveau de l'entre-croisement, là même où s'opère la décussation, irritation qui devrait provoquer des mouvements dans les membres des deux côtés, ne fait le plus souvent mouvoir que ceux du côté correspondant. Il faut donc admettre que ce ne sont pas des fibres motrices s'entre-croisant à la partie rachidienne du bulbe qui sont alors irritées, et que les mouvements proviennent d'une mise en action d'autres éléments nerveux. Des faits, que j'ai déjà en partie publiés, conduisent à la même conclusion. Je fais à la base

de l'encéphale (pédoncules, pont de Varole ou bulbe) deux sections transversales complètes d'une moitié latérale, à la distance de $0^m,005$ l'une de l'autre, sur un gros animal, puis j'extirpe la lamelle ainsi obtenue. J'irrite alors, mécaniquement ou par le galvanisme, tantôt la surface inférieure de la section, tantôt la supérieure, c'est-à-dire celle qui ne communique plus avec la moelle épinière par des fibres motrices, et je constate que les mêmes effets sont produits dans les deux cas. Si (ce qui est le plus fréquent, et d'autant plus que l'opération est faite dans un point plus rapproché de l'extrémité inférieure du bulbe) le mouvement a lieu dans les membres du côté de l'irritation à la surface inférieure de section, c'est le même mouvement qui a lieu lors de l'irritation de la surface supérieure. Si c'est un mouvement croisé que l'irritation d'une des surfaces produit, l'autre aussi donne le même effet.

» Il importe d'ajouter que ce ne sont pas les parties dites *motrices* qui seules produisent des mouvements d'un ou de deux membres, directs ou croisés; ce sont aussi presque toutes les parties voisines (au bulbe, au pont, aux pédoncules). C'est là encore un fait qui, avec les précédents, montre bien que les manifestations motrices qui suivent les irritations de la base de l'encéphale sont surtout des phénomènes réflexes et non de simples effets d'irritation de fibres nerveuses servant aux mouvements volontaires.

» Comme il n'est pas douteux que des conducteurs existent à la base de l'encéphale transmettant les ordres de la volonté aux muscles, il y a lieu de se demander comment les irritations mécaniques et galvaniques les mettent si peu en jeu. Je montrerai dans une autre Communication comment et pourquoi ces conducteurs ne prennent qu'une part légère aux mouvements que produisent les irritations de la base de l'encéphale.

» II. Les faits suivants sont encore plus décisifs que les précédents contre la doctrine reçue à l'égard des mouvements volontaires. Si cette doctrine était exacte, la section transversale d'une moitié latérale de la base de l'encéphale *à droite*, par exemple, devrait rendre impossible l'action des prétendus centres moteurs de l'écorce cérébrale *à droite*. Or j'ai trouvé depuis longtemps déjà que, loin d'être perdue ou même diminuée, la puissance que possèdent ces parties de produire des mouvements croisés, lorsqu'on les irrite, est le plus souvent augmentée, et l'on voit alors les membres *gauches* se mouvoir plus énergiquement qu'avant la section des fibres supposées conductrices. Il arrive alors, ainsi que je l'ai déjà annoncé à l'Académie, que la zone excito-motrice du cerveau *à gauche* perd entièrement

ou en partie sa puissance motrice, dans la plupart des cas. Si nous voulions tirer de ces faits une conclusion en apparente harmonie sur un point avec les doctrines reçues, nous dirions que les conducteurs pour le mouvement volontaire s'entre-croisent dans l'encéphale avant d'arriver aux pédoncules cérébraux. Nous pourrions même dire que cet entre-croisement a lieu avant l'arrivée de ces conducteurs à la capsule interne, puisque quelquefois la section de cette capsule *à droite* augmente la puissance de la zone excito-motrice *du même côté* et diminue celle de la zone de *l'autre côté*. Cette conclusion, absolument insoutenable, est démentie par nombre de faits. Je me bornerai à dire que, dans ces expériences (section de la base de l'encéphale *à droite*, par exemple), la zone motrice *gauche* peut : 1° ne donner lieu à aucun mouvement; 2° faire mouvoir faiblement et même quelquefois fortement les membres *droits;* 3° mettre en mouvement le membre antérieur seul, ou le postérieur seul, ou les deux membres du côté *gauche*, de telle sorte qu'alors les deux zones motrices, celle de *droite* comme celle de *gauche*, produisent des mouvements *à gauche;* 4° produire un mouvement *bipède diagonal gauche*, c'est-à-dire du membre antérieur *gauche* et du postérieur *droit*. Il est clair que ces effets si variés, observés à la suite de la section de la base de l'encéphale *à droite*, montrent qu'une perturbation profonde dans la zone excito-motrice *gauche* a alors lieu, et que cette variété même fait voir que les mouvements produits par l'irritation de la zone excito-motrice du cerveau ne peuvent pas être considérés comme des preuves que cette partie contient les centres des mouvements volontaires, à moins qu'on ne suppose que ces centres, dans chaque côté du cerveau, soient, comme d'autres parties de l'encéphale, d'après ce que je crois, capables d'agir sur les membres des deux côtés du corps.

» Quoi qu'il en soit, une particularité importante ressort de ce que j'ai observé quelquefois à l'égard de l'action des zones excito-motrices : c'est qu'il peut arriver que chacune d'elles, après la section complète d'une moitié latérale de la base de l'encéphale, conserve l'espèce d'action, avec plus ou moins de force, qui lui appartient d'ordinaire lorsque l'encéphale est à l'état normal, c'est-à-dire que la zone motrice *gauche* meut les membres *droits* et la zone motrice *droite* meut les membres *gauches*. Il y a conséquemment alors action croisée des deux zones, bien qu'une seule moitié de la base de l'encéphale serve de conducteur pour les deux côtés du corps.

» J'ai essayé d'exécuter une autre expérience importante, que j'ai réussi

quelquefois à faire, après nombre d'insuccès. J'ai constaté que les deux zones excito-motrices peuvent conserver presque complètement leurs actions normales, malgré la section du tiers antérieur du bulbe, comprenant un peu plus que les deux pyramides antérieures.

» J'ai aussi pu constater que, après la section longitudinale du pont de Varole sur la ligne médiane et la section transversale d'un des pédoncules cérébraux ou d'une moitié latérale du bulbe, les mêmes effets des irritations des zones motrices s'observent que lorsque le pont est intact.

» Enfin, une expérience, allant bien plus loin que les autres dans sa signification, m'a montré que la base de l'encéphale peut être coupée entièrement, une moitié latérale dans un point, l'autre à une certaine distance de la première section, sans que les zones motrices perdent leur puissance de causer des mouvements croisés dans les membres. Il y a plus : si, après avoir trouvé que la section de la moitié latérale *droite*, par exemple, du pont de Varole, a augmenté la puissance de la zone excito-motrice *droite* et diminué ou anéanti celle de la zone *gauche*, je coupe la moitié *gauche* du bulbe, je vois réapparaître la puissance de la zone *gauche* qui alors peut déterminer des mouvements quelquefois très forts dans les membres droits, en même temps que la puissance de la zone *droite*, qui était accrue, revient à l'état normal ou diminue assez notablement. Il y a donc alors un cas de transfert comme dans les faits que j'ai rapportés dans ma Communication du 17 octobre dernier.

» Si l'on analyse se qui se passe alors (après les deux sections hémilatérales), on trouve que, pour arriver aux muscles des membres *gauches*, par exemple, l'irritation partant de *droite* a passé *à gauche*, puis de là est revenue *à droite*, en arrière de la première section, et enfin du côté *droit* est retournée *à gauche*, en arrière de la seconde section. C'est une propagation en zigzags ou mieux peut-être en S. Ce que j'ai déjà démontré pour la transmission des impressions sensitives à la moelle épinière peut donc avoir lieu aussi pour la transmission des irritations motrices dans l'encéphale. Je ne veux pas tirer pour le présent d'autres conclusions de ce fait et des précédents que celle-ci : l'expérimentation, quant aux effets des irritations des diverses parties de l'encéphale, donne des résultats tout à fait contraires à ceux que l'on devrait observer si la doctrine des actions motrices volontaires qui a cours était exacte.

» III. Je ne veux dire aujourd'hui que quelques mots de la grande preuve que donnent les médecins cliniciens lorsqu'ils veulent établir qu'un côté du cerveau sert aux mouvements volontaires des membres du côté opposé.

Cette preuve, on le sait, consiste en ce que la paralysie se montre dans les membres du côté opposé du corps dans l'immense majorité des cas. Les recherches si importantes du clinicien le plus éminent de notre temps, mon ami M. Charcot, ont établi, d'une manière définitive, que les lésions de certaines circonvolutions cérébrales chez l'homme produisent une paralysie croisée persistante.

» Le poids si considérable des faits publiés par notre Confrère est venu donner une force nouvelle à l'idée que le cerveau droit est le moteur des membres gauches et le cerveau gauche celui des membres droits.

» Je ne puis aujourd'hui que rapporter quelques faits montrant que la paralysie dans les affections cérébrales unilatérales est beaucoup trop variable pour qu'on puisse la considérer comme l'effet de la destruction d'un centre moteur ou de conducteurs allant de ce centre aux muscles. L'Anatomie enseigne que la base de l'encéphale est organisée de la même façon chez les animaux supérieurs (chien, chat, singe) que chez l'homme, quant au passage des conducteurs pour le mouvement volontaire et aussi quant à l'entrecroisement de ces conducteurs. Les lésions unilatérales du pont de Varole (par exemple) devraient donc produire toujours une paralysie croisée chez les animaux comme chez l'homme. Or j'ai trouvé qu'il n'en est pas ainsi et que ces lésions à la partie inférieure du pont déterminent chez le singe, le chien et le chat, comme chez le lapin et le cobaye, une paralysie du côté correspondant. De plus, chez les jeunes chiens et chats, la section d'un pédoncule cérébral cause une paralysie directe, tandis que chez des adultes de ces deux espèces d'animaux la même lésion (au même point) détermine une paralysie croisée. Si la paralysie dépendait d'une destruction de conducteurs il faudrait admettre, ce qui est absurde, que chez les jeunes animaux les pédoncules ne contiennent que les fibres nerveuses pour le mouvement des membres du côté correspondant et que chez les adultes les mêmes parties ne contiennent que les fibres servant aux membres du côté opposé. Nous pouvons donc conclure, dès à présent, que les paralysies n'ont pas les causes qu'on leur attribue et qu'elles ne peuvent pas servir de base aux doctrines admises à l'égard des mouvements volontaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'*Elasmotherium; par M. ALBERT GAUDRY.

« M. Paul Ossoskoff a adressé de Samara (Russie) à l'Académie des Sciences une Lettre qui renferme le passage suivant :

» On a trouvé en 1886, dans le loess des bords de la rivière Kinel, près du village

Krivaga Lousca, du gouvernement de Samara, une partie du crâne de l'*Elasmotherium*. Comme les Musées paléontologiques russes possèdent déjà deux bons exemplaires entiers du crâne de cet animal si rare, je me fais un devoir agréable de donner en présent à l'Académie des Sciences de France le nouvel exemplaire qui vient d'être découvert.

» D'après l'avis de l'un des membres du Bureau de l'Académie, M. Pasteur, j'ai écrit à M. Paul Ossoskoff pour le remercier et pour accepter son offre au nom du Muséum. M. Ossoskoff s'est empressé de nous envoyer son échantillon d'*Elasmotherium*, voulant sans doute nous donner une preuve de plus des liens d'affectueuse estime qui unissent les savants russes et français.

» L'*Elasmotherium* était une énorme bête, intermédiaire, pour la taille, entre le Mammouth et le *Rhinoceros tichorhinus*, qui ont été ses compagnons. Dans les premières années de ce siècle, le géologue russe Fischer de Waldheim décrivit ses dents. La collection du Dr Gall, que le Muséum de Paris acquit en 1832, renfermait, outre les crânes humains, des crânes d'animaux, notamment une portion d'un crâne qui ressemble à l'échantillon envoyé par M. Ossoskoff, sauf qu'il est plus grand et plus large. Laurillard et Kaup pensèrent que ce morceau provenait de la même espèce fossile dont on avait décrit les dents sous le nom d'*Elasmotherium*. Notre ancien confrère Duvernoy eut des doutes à cet égard et décrivit la pièce du Dr Gall sous le nom de *Stereoceros Galli*. Ces doutes ne peuvent plus subsister. Le Musée de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg possède maintenant un crâne entier qui a été très bien étudié par Brandt, Correspondant de notre Académie.

» Au premier abord, l'*Elasmotherium* est tout à fait étonnant. Mais quand on l'examine attentivement, on reconnaît qu'il se rapproche d'un *Rhinoceros tichorhinus* chez lequel la corne frontale aurait pris un immense développement, et où les dents molaires se seraient modifiées de manière à triturer les plantes herbacées de l'époque glaciaire. Brandt n'a pas connu les membres de cet animal. Lors d'un voyage que j'ai fait en Russie, M. le professeur de Möller m'a montré, dans le Musée de l'Institut des Mines de Saint-Pétersbourg, un second crâne de l'*Elasmotherium* qui venait d'être découvert dans le détroit de Novoouzensk, gouvernement de Samara, avec plusieurs os des membres : une omoplate, un radius, un cubitus, trois métacarpiens, un tibia, un astragale et un calcanéum. Ces os ont une extrême ressemblance avec ceux que pourrait avoir un gigantesque Rhinocéros. M. le professeur de Möller a bien voulu m'en envoyer des moulages pour le Muséum de Paris. Je serai heureux de les montrer

à nos Confrères et aux autres savants qui viendront visiter notre galerie de Paléontologie; je les ai placés à côté de la pièce du Dr Gall et de celle que nous devons à la générosité de M. Paul Ossoskoff. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome Ier des « Comptes rendus du Cercle mathématique de Palerme (mars 1884 à juillet 1887) »;

2° Le premier fascicule d'un « Atlas d'Anatomie comparée des Invertébrés »; par M. *A. Vayssière*, avec une Préface de M. *F. Marion*. (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

ASTRONOMIE. — *Sur une forme géométrique des effets de la réfraction dans le mouvement diurne.* Note de M. **Gruey**.

« Je me borne ici à énoncer quelques propositions avec l'espoir de les démontrer et développer prochainement dans le *Bulletin astronomique*.

» 1. Sur la sphère céleste, pour un observateur de colatitude φ, soient E la *position vraie* d'une étoile supposée *vue à travers le vide;* $\mathfrak{P}$ sa distance polaire; t son angle horaire; e la *position apparente simultanée* de cette étoile vue à travers l'atmosphère terrestre; z sa distance zénithale apparente; R la réfraction correspondante.

» On sait que de $z=0°$ à $z=80°$ ou de $z=100°$ à $z=180°$, la formule $R=k\tang z$ représente très sensiblement la réfraction moyenne vers le zénith ou le nadir, si l'on prend $k=58'',3$. Nous regardons k comme une petite quantité du premier ordre devant laquelle nous négligeons toute quantité d'ordre supérieur.

» Dans le plan tangent en E à la sphère céleste, rapportons e aux axes coordonnés $E(x, y)$ dirigés respectivement suivant les tangentes au cercle horaire et au parallèle de E, prises, la première dans le sens austral et la seconde dans le sens occidental. Si, entre les expressions, faciles à former, des coordonnées x, y de e, on élimine la variable t dont elles dépendent, on trouve la relation

$$(1)\qquad y^2=\tang^2\varphi(x\sin\mathfrak{P}-k\cos\mathfrak{P})^2-(x\cos\mathfrak{P}+k\sin\mathfrak{P})^2$$

ou le théorème suivant :

» *En un jour sidéral, la position apparente d'une étoile décrit une section conique autour de sa position vraie.*

» Le mouvement propre, né de la réfraction, est le même pour l'observateur de colatitude φ que pour l'antipode de colatitude $180 - \varphi$: *elliptique* si l'étoile est *circompolaire*, c'est-à-dire toujours soit levée, soit couchée; *parabolique* si l'étoile rase l'horizon soit en dessus, soit en dessous; *hyperbolique* si l'étoile se lève et se couche. Dans ce dernier cas, les deux branches de l'hyperbole décrite ne sont visibles l'une que du lieu de colatitude φ, l'autre que du lieu antipode; et e passe d'une branche à l'autre en traversant l'horizon commun à ces deux lieux.

» Il est à peine utile d'ajouter que les arcs de parabole ou d'hyperbole réellement décrits par e s'arrêtent aux points correspondants à $z = 80°$ et $z = 100°$, entre lesquels la réfraction n'est plus représentée par $k \operatorname{tang} z$ pour la même valeur numérique de k.

» 2. L'équation (1) prend la forme

$$(2) \qquad y^2(R_i - R_s) + 2R_0(x + R_i)(x + R_s) = 0,$$

si l'on introduit les quantités

$$(3) \quad R_i = k \operatorname{tang}(\mathfrak{P} + \varphi), \qquad R_s = k \operatorname{tang}(\mathfrak{P} - \varphi), \qquad R_0 = k \operatorname{tang}\varphi,$$

c'est-à-dire les réfractions de E à ses passages inférieur et supérieur avec la réfraction du pôle assimilé à une étoile; chaque réfraction étant prise avec le signe du second membre de la définition (3) correspondante.

» 3. Au centre $x_0 = -\frac{1}{2}(R_i + R_s)$, $y_0 = 0$ de la conique, transportons, parallèlement à eux-mêmes, les axes coordonnés en posant $x = x_0 + \xi$, $y = y_0 + \eta$, et l'équation de la conique, rapportée à ses axes de symétrie, devient

$$(4) \qquad \frac{\xi^2}{a^2} + \frac{\eta^2}{b^2} = 1,$$

en posant

$$2a = R_i - R_s, \qquad \frac{b^2}{a} = R_0.$$

» 4. Les expressions de ξ, η, $\frac{\xi}{\eta}$ en fonction de t donnent, à chaque instant, la position de e sur sa conique; elles donnent, en outre, les pro-

positions suivantes pour le sens du mouvement autour d'un personnage fictif ayant les pieds au centre de la sphère céleste et la tête au centre de la conique :

» 1° *Une étoile circompolaire décrit son* ellipse *dans le sens* direct *ou* rétrograde, *suivant qu'elle est* boréale *ou* australe. 2° *Une étoile rasant l'horizon décrit sa* parabole *dans le sens* direct *ou* rétrograde, *suivant qu'elle est boréale ou australe.* 3° *Toute autre étoile décrit, du lever au coucher, une branche de son hyperbole dans le sens* direct *ou* rétrograde; *et, du coucher au lever, l'autre branche dans le sens* rétrograde *ou* direct, *suivant que l'observateur est* boréal *ou* austral.

» 5. La composition du *mouvement relatif* de e sur sa conique avec le *mouvement d'entraînement* de la sphère céleste donne le mouvement diurne *résultant* ou *apparent* de l'étoile, tel qu'on l'observe à l'équatorial.

» Désignons par v la vitesse diurne apparente de e, par i l'angle de cette vitesse avec Ey, compté autour de E, à partir de Ey, positivement dans le sens rétrograde. Nous prenons pour unité de vitesse celle d'une étoile équatoriale, et nous avons

$$(5)\qquad v = \sin \mathcal{P},$$

$$(6)\qquad i = k \operatorname{tang}\varphi \operatorname{coséc}\mathcal{P} \cos^2\psi \operatorname{séc}^2(\mathcal{P} - \psi) \sin t,$$

en posant

$$(7)\qquad \operatorname{tang}\psi = \operatorname{tang}\varphi \cos t.$$

» Considéré, par chaque observatoire, comme fonction de $\mathcal{P}$ et t, l'angle i est facile à discuter et à réduire en Table à double entrée.

» 6. Dans les observations équatoriales, lorsque l'*astre* à relever est assez loin de l'horizon pour que l'angle i soit négligeable, on oriente le *fil polaire* mobile sur le mouvement diurne apparent de l'*étoile* de comparaison et on le regarde comme orienté sur le mouvement diurne vrai.

» Mais si l'*astre* est voisin de l'horizon, l'angle i n'est plus négligeable, et l'on a généralement l'habitude d'orienter alors le fil polaire sur le mouvement factice qu'on donne à l'étoile dans le champ, en faisant varier rapidement, par quelques coups de manette, l'angle horaire de la lunette, fixée d'ailleurs en distance polaire. Par cette manœuvre, le fil n'est bien orienté sur le mouvement diurne vrai que si l'axe horaire de la lunette est bien rectifié ou pointé sur le pôle.

» Cette rectification est longue, pénible et même peu précise pour la

plupart des équatoriaux dont les vis de réglage ne sont pas très soignées ni très maniables. En outre, elle doit être répétée fréquemment, à cause de l'instabilité des lunettes équatoriales. Bien des discordances entre les positions d'un même astre, voisines de l'horizon et relevées par des instruments divers, proviennent d'une rectification défectueuse.

» Aussi nous semble-t-il bon, surtout pour les petits équatoriaux, d'abandonner entièrement l'orientation du fil polaire sur le mouvement diurne vrai au moyen de la manette horaire, lorsqu'il s'agit d'observer près de l'horizon et d'orienter ce fil, *dans tous les cas*, sur le mouvement diurne apparent de l'étoile de comparaison.

» Les observations ainsi faites, $\Delta'\alpha$, $\Delta'\mathfrak{P}$ seront corrigées des effets $\delta_1\alpha$, $\delta_1\mathfrak{P}$ de l'inclinaison i du fil, en négligeant i^2, par les formules

$$\delta_1\alpha = -\tfrac{1}{15}\, i \operatorname{coséc}\mathfrak{P}\, \Delta'\mathfrak{P}; \qquad \delta_1\mathfrak{P} = 0;$$

on ramènera ensuite les observations *au vide* par l'application des corrections ordinaires $\delta_2\alpha$, $\delta_2\mathfrak{P}$, et l'on aura, pour les différences *astre — étoile*,

$$\Delta\alpha = \Delta'\alpha + \delta_1\alpha + \delta_1\alpha, \qquad \Delta\mathfrak{P} = \Delta'\mathfrak{P} + \delta_1\mathfrak{P} + \delta_2\mathfrak{P}.$$

» De cette manière, on remplacera une manœuvre, d'exactitude douteuse, impossible au moment de l'observation, c'est-à-dire lorsqu'elle serait le plus nécessaire, par une simple correction numérique, d'exactitude certaine et facile à prendre dans une Table d'une page, construite à l'avance par chaque observatoire. Pour calculer les régions de cette Table correspondantes à des valeurs de z supérieures à $80°$, il suffira de remplacer k par des valeurs numériques convenables et inférieures à $58'',3$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une représentation géométrique dans l'espace des intégrales de l'équation* $f\left(\xi, \eta, \frac{d\eta}{d\xi}\right) = 0$. Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Toute crémonienne quadratique s (*voir* ma Communication du 13 décembre 1886), changeant une équation différentielle du premier ordre H en une autre H', change les intégrales de H en celles de H'. Si donc H' peut s'intégrer, H se trouve intégrée du coup, puisque l'on peut revenir des intégrales de H' à celles de H par le procédé connu de la substitution s^{-1}.

» Il y a donc un intérêt considérable, au point de vue de l'intégration de H, à étudier la façon dont les crémoniennes quadratiques transforment H. Cette étude se fait très simplement à l'aide d'une représentation géométrique convenable. La présente Note est consacrée à la représentation géométrique en elle-même. Une Note prochaine traitera de l'application de la représentation et des crémoniennes quadratiques à l'intégration de l'équation différentielle H.

» Soit l'équation

$$\text{(H)} \qquad f\left(\xi, \eta, \frac{d\eta}{d\xi}\right) = 0, \qquad p = \frac{d\eta}{d\xi}$$

ou, en coordonnées homogènes,

$$F(x, u) = F(x_1, x_2, x_3; u_1, u_2, u_3) = 0,$$

$$\xi = \frac{x_1}{x_3}, \qquad \eta = \frac{x_2}{x_3}, \qquad p = -\frac{u_1}{u_2},$$

$$\sum_i u_i x_i = 0, \qquad i = 1, 2, 3.$$

» Intégrer H cela revient, d'après les principes et la terminologie de Clebsch, à répartir les ∞^2 éléments principaux du connexe $f = 0$ ou $F = 0$, ∞ par ∞ en ∞ courbes intégrales, de façon que le long d'une même courbe intégrale on ait constamment, entre deux éléments consécutifs

$$(\xi, \eta, p) \quad \text{et} \quad (\xi + d\xi, \eta + d\eta, p + dp)$$

ou

$$(x, u) \quad \text{et} \quad (x + dx, u + du),$$

la relation

$$\text{(o)} \qquad d\eta - p\,d\xi = 0$$

ou

$$\text{(o')} \qquad \sum_i u_i\,dx_i = 0.$$

» Cela posé, considérons un élément principal (X, U) formé par la droite U et le point X, situé sur U; soient

u_i les coordonnées homogènes de U;
p le coefficient angulaire de U;
x_i les coordonnées homogènes de X;

ξ et η les coordonnées cartésiennes de X;
z_j ($j = 1, 2, 3, 4$) les coordonnées homogènes d'un point Z de l'espace;
x, y, z les coordonnées rectangulaires de Z, avec

$$x = \frac{z_1}{z_4}, \quad y = \frac{z_2}{z_4}, \quad z = \frac{z_3}{z_4}.$$

» Posons les systèmes suivants de relations ($\alpha, \beta, \gamma =$ facteurs de proportionnalité)

$$(1) \qquad \gamma z_1 = x_1 u_3, \qquad \gamma z_2 = x_2 u_1, \qquad \gamma z_3 = x_2 u_2 - x_3 u_3, \qquad \gamma z_4 = x_2 u_3;$$

d'où, réciproquement,

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \alpha x_1 = 2 z_1 z_4, & \beta u_1 = 2 z_2 z_4 \\ \alpha x_2 = 2 z_4^2, & -\beta u_2 = z_1 z_2 - z_3 z_4 \\ -\alpha x_3 = z_1 z_2 + z_3 z_4, & \beta u_3 = 2 z_4^2 \end{array} \right\}$$

ou bien, en coordonnées non homogènes,

$$(1') \qquad x = \frac{\xi}{\eta}, \qquad y = \frac{p}{\eta - p\xi}, \qquad z = \frac{2\eta - p\xi}{\eta(\eta - p\xi)}$$

et réciproquement

$$(2') \qquad \xi = \frac{2x}{z - xy}, \qquad \eta = \frac{2}{z - xy}, \qquad p = \frac{2y}{z + xy}.$$

» La connaissance de l'élément (X, U) entraîne donc celle du point Z *sans ambiguïté aucune*, et réciproquement. L'élément et le point seront dits *affixes* l'un de l'autre, et à chaque figure du plan (ou de l'espace) correspondra une figure de l'espace (ou du plan), et réciproquement.

» Soit une équation différentielle du premier ordre

$$(\mathrm{H}) \qquad f(\xi, \eta, p) = 0 \qquad \text{ou} \qquad \mathrm{F}(x, u) = 0;$$

le connexe $f = 0$ ou $\mathrm{F} = 0$ se trouve représenté par une surface S. Sur le connexe, les éléments consécutifs d'une même intégrale de H sont liés par les relations (0) ou (0'); sur S, les intégrales seront donc représentées par des courbes I ou *intégrantes*, satisfaisant à la relation

$$(4) \qquad dz + y\,dx - x\,dy = 0 \qquad \text{ou} \qquad z_2\,dz_1 - z_1\,dz_2 + z_3\,dz_4 - z_4\,dz_3 = 0,$$

obtenue à l'aide du système (2') ou (2). L'intégration de (4) permet d'exprimer les coordonnées x, y, z d'un point d'une courbe I à l'aide

d'une seule variable t et d'une constante arbitraire C; le système (2′) donnerait alors $\xi = \lambda(t, C)$, $\eta = \mu(t, C)$, et l'élimination de t donne l'intégrale complète de H, $\psi(\xi, \eta, C) = 0$.

» La méthode ne vaut rien dans le cas général, car les courbes I sont bien plus difficiles à trouver que les intégrales de H. Mais voici un cas particulier, qui a pour nous une importance capitale pour les applications des substitutions crémoniennes. Supposons la surface S de révolution autour de l'axe des z; l'équation de S sera

$$z = \varphi(r), \qquad r = (x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}, \qquad \tang\theta = \frac{y}{x};$$

l'équation (4) devient

$$(5) \qquad dz - r^2\, d\theta = 0,$$

et les courbes I se projettent sur xy suivant les courbes

$$\theta + C = \int \frac{dr}{r^2} \frac{d\varphi}{dr}.$$

Nous ramenons ainsi à des quadratures l'intégration de H, lorsque l'équation de S est $z = \varphi(\sqrt{x^2 + y^2})$, c'est-à-dire lorsque l'équation H est de la forme

$$\Phi\left[\frac{\xi^2}{\eta^2} + \frac{p^2}{(\eta - p\xi)^2}\right] = \frac{2\eta - p\xi}{\eta(\eta - p\xi)}$$

[obtenue en tenant compte de (1′) et (2′)], quelle que soit la fonction Φ.

» Si S est un conoïde ayant l'axe des z pour axe, on voit aisément que les courbes I sont les génératrices rectilignes, d'où une nouvelle catégorie d'équations différentielles H intégrables.

» L'équation (5) signifie, ainsi qu'il est facile de voir, que, si le point Z se meut sur une courbe I, l'aire balayée par le rayon vecteur r sur le plan des xy, comptée à partir d'une origine convenable, est égale au double de l'ordonnée z de Z. C'est une propriété géométrique des courbes intégrantes, curieuse en ce qu'elle subsiste pour *toute* équation différentielle H.

» On peut remarquer incidemment que, si l'on considère ξ, η, p comme les coordonnées d'un point de l'espace, les équations (1′) et (2′) définissent une *substitution birationnelle dans l'espace*, entièrement analogue aux substitutions Cremona du plan.

» Nous sommes maintenant à même d'aborder les applications des substi-

tutions quadratiques crémoniennes à l'intégration de l'équation différentielle du premier ordre. »

MÉCANIQUE. — *Sur une propriété de la surface* $xyz = l^3$. Note de M. G. FLOQUET, présentée par M. Darboux.

« Je considère la surface qui a pour équation en coordonnées rectangulaires

$$(S) \qquad xyz = l^3.$$

Supposant l'origine O fixe, j'imagine que cette surface roule sans glisser sur un plan fixe (P) et que la rotation instantanée OI, dirigée à chaque instant vers le point de contact M, soit proportionnelle à la longueur même du rayon OM,

$$\omega = n.\text{OM}.$$

» Cherchons le mouvement du pôle M. Je désignerai par h la distance du plan (P) au point fixe, distance qui est au plus égale à $l\sqrt{3}$.

» Observons d'abord que, les coordonnées p, q, r du point I donnant lieu aux relations

$$pqr = n^3 l^3, \qquad \frac{1}{p^2} + \frac{1}{q^2} + \frac{1}{r^2} = \frac{9}{n^2 h^2}, \qquad p^2 + q^2 + r^2 = \omega^2,$$

leurs carrés sont les racines de l'équation

$$(1) \qquad X^3 - \omega^2 X^2 + \frac{9 n^4 l^6}{h^2} X - n^6 l^6 = 0.$$

Or on a

$$\omega \frac{d\omega}{dt} = p \frac{dp}{dt} + q \frac{dq}{dt} + r \frac{dr}{dt}.$$

D'autre part, les parties positives des axes étant convenablement choisies, les équations différentielles en p, q, r sont ici

$$(2) \qquad \frac{dp}{dt} = \frac{p^2(q^2 - r^2)}{qr}, \qquad \frac{dq}{dt} = \frac{q^2(r^2 - p^2)}{rp}, \qquad \frac{dr}{dt} = \frac{r^2(p^2 - q^2)}{pq};$$

d'où l'on conclut

$$\omega \frac{d\omega}{dt} = -\frac{(q^2 - r^2)(r^2 - p^2)(p^2 - q^2)}{n^3 l^3}.$$

» En calculant alors le produit des différences des racines de l'équation (1), on trouve

$$(3)\qquad \omega\frac{d\omega}{dt} = 2\sqrt{-\omega^6 + \frac{81\,n^2 l^6}{4h^4}\omega^4 + \frac{81\,n^4 l^6}{2h^2}\omega^2 - 27\,n^6 l^6\left(\frac{1}{4} + \frac{27\,l^6}{h^6}\right)}.$$

Le polynôme en ω^2 sous le radical est seulement du troisième degré; ω^2 s'obtient donc par l'inversion d'une intégrale elliptique; on en déduira p, q, r en résolvant l'équation (1).

» Cela posé, employons les coordonnées habituelles ρ et θ pour définir la position du pôle sur le plan (P). En substituant dans (3) la valeur de ω^2,

$$\omega^2 = n^2(\rho^2 + h^2),$$

il viendra

$$(4)\qquad \rho\frac{d\rho}{dt} = 2n\sqrt{-\left[\rho^6 - \frac{3(27\,l^6 - 4h^6)}{4h^4}\rho^4 - \frac{3(27\,l^6 - h^6)}{h^2}\rho^2 + \frac{(27\,l^6 - h^6)^2}{h^6}\right]}.$$

Si l'on écrit ensuite que l'aire engendrée par OM, dans le système mobile, projetée sur le plan tangent en M, est égale à l'aire décrite dans le même temps dt par le rayon vecteur ρ, on trouve l'équation

$$(5)\qquad \rho^2\frac{d\theta}{dt} = 2nh\rho^2 - \frac{2n(27\,l^6 - h^6)}{h^3},$$

qui, avec (4), détermine le mouvement cherché.

» On reconnaît aisément que les équations (4) et (5) définissent une herpolhodie, et qu'elles appartiennent à un mouvement de Poinsot, où le plan fixe est le plan (P), où la constante de la vitesse angulaire est $2n$, double de la première, où, enfin, les rapports à h^2 des carrés des demi-axes de la surface roulante sont les racines de l'équation

$$4\cos^2\lambda . Z^3 - 3Z - 1 = 0,$$

λ désignant l'angle aigu qui a pour cosinus $\left(\frac{h}{l\sqrt{3}}\right)^3$. Ces racines sont d'ailleurs

$$a' = \cos\frac{\lambda}{3}\,\text{séc}\lambda,\qquad b' = -\cos\frac{\pi+\lambda}{3}\,\text{séc}\lambda,\qquad c' = -\cos\frac{\pi-\lambda}{3}\,\text{séc}\lambda;$$

a' est seule positive, de sorte que la quadrique est l'hyperboloïde à deux

nappes

$$\text{(H)}\qquad \frac{x^2}{\cos\frac{\lambda}{3}} - \frac{y^2}{\cos\frac{\pi+\lambda}{3}} - \frac{z^2}{\cos\frac{\pi-\lambda}{3}} = 3l^2\sqrt[3]{\text{séc}\,\lambda},$$

dont le cône asymptote est capable de trièdres trirectangles circonscrits.

» Par conséquent, *le mouvement du pôle n'est pas altéré quand on remplace la surface* (S) *par l'hyperboloïde* (H), *et la constante n par* $2n$.

» Notons, incidemment, que l'herpolhodie ne présentera des points d'inflexion que si $\cos^2\lambda$ est moindre que $\frac{27}{32}$.

» Lorsque les surfaces (S) et (H) se meuvent en roulant sur le plan fixe commun, les pôles suivent tous deux la même route avec la même vitesse. Supposons qu'à l'instant initial ils coïncident. A une époque quelconque, les deux surfaces toucheront alors le plan (P) au même point M, d'où il suit qu'elles seront en contact en ce point. Comme leurs vitesses angulaires sont dirigées suivant OM, elles rouleront sans glisser l'une sur l'autre. Ainsi (H) roule sur (S), regardée comme fixe, en tournant avec la vitesse angulaire $n.\mathrm{OM}$. Ici s'offre donc un mouvement *de Poinsot* où le plan fixe est remplacé par une surface courbe. Le cône du second degré roule sur un cône du douzième, et la polhodie roule sur la courbe d'intersection de ce dernier cône avec la surface (S).

» Les constantes a', b', c' jouent un rôle essentiel dans l'intégration des équations (2). Lorsqu'en effet une quadrique à centre est animée du mouvement de Poinsot, l'expression de la vitesse angulaire en fonction elliptique du temps est bien connue. Dans le cas actuel de l'hyperboloïde (H), son carré est

$$\omega_1^2 = -4n^2h^2[(a'b'+c')\sin^2 u + (a'c'+b')\cos^2 u],$$

en posant

$$u = am\left[2nh\sqrt{(a'-b')(1-c')}(t+\tau)\right], \qquad \text{mod} = \sqrt{\frac{(b'-c')(a'-1)}{(a'-b')(1-c')}}.$$

Or ω est la moitié de ω_1. Par suite, p^2, q^2, r^2 sont les racines de l'équation

$$h^2X^3 + n^2h^4[(a'b'+c')\sin^2 u + (a'c'+b')\cos^2 u]X^2 \\ + 9n^4l^6X - n^6h^2l^6 = 0. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Remarques sur un calcul de M.* Van t' Hoff *relatif à la tension de vapeur des dissolutions*. Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« D'après M. Van t' Hoff, le degré de concentration d'une dissolution étendue est lié à la pression osmotique et à la température par la relation suivante

$$(1) \qquad PV = 845 \times iT,$$

dans laquelle P est la pression osmotique, V le volume de la dissolution qui renferme 1^{mol} de substance dissoute, T la température absolue et i un certain coefficient pouvant varier avec la nature du dissolvant et du corps dissous. (*Kongl. svenska vatenscaps-academiens handlingar*, Bandet 21, n° 17. Stockholm, 1886.)

» La quantité i, ainsi définie, et la diminution de tension de vapeur d'une dissolution étendue d'un corps fixe dans un liquide volatil sont, d'après le même savant, unies par la relation

$$(2) \qquad i = 101 \times \frac{m}{M} \Delta,$$

dans laquelle m est le poids moléculaire du corps fixe dissous, M le poids moléculaire du dissolvant, Δ la diminution relative de tension de vapeur produite par 1^{gr} de substance dans 100^{gr} de dissolvant.

» Les calculs de M. Van t' Hoff montrent encore que la quantité i est tout aussi étroitement liée à la solubilité des corps gazeux, à la pression osmotique, au point de congélation des dissolutions. La grandeur de cette quantité peut donc être déterminée par expérience et de plusieurs manières. Or, quelle que soit la méthode employée, on trouve presque toujours pour i une valeur voisine de l'unité. Il n'y a guère d'exceptions que pour les dissolutions des sels dans l'eau. La valeur normale de i est d'ailleurs indépendante de la nature du dissolvant. En effet, M. Van t' Hoff, en faisant $i = 1$ dans la formule (5) ci-dessous, a calculé les abaissements du point de congélation des dissolutions étendues préparées avec divers dissolvants tels que l'eau, l'acide acétique, l'acide formique, la benzine, la nitrobenzine, le bibromure d'éthylène; et, chose remarquable, il a toujours obtenu ainsi des nombres presque identiques à ceux que j'avais trouvés antérieu-

rement par expérience, comme représentant les abaissements normaux de congélation dans les mêmes dissolvants (*Comptes rendus*, 27 novembre 1882). Il faut donc admettre avec le savant hollandais que, pour la plupart des corps dissous dans un liquide quelconque, on a

$$i = 1. \tag{3}$$

» Introduisant cette valeur de i dans l'équation (2), il vient

$$\frac{1}{101} = \frac{m}{M}\Delta. \tag{4}$$

» Or le produit $\frac{m}{M}\Delta$ représente, comme je l'ai fait voir ailleurs, la diminution relative de tension produite par 1^{mol} de substance fixe dans 100^{mol} de substance volatile. L'expression précédente (4) peut donc se traduire, comme il suit, en langage ordinaire :

» 1^{mol} *de substance fixe, en se dissolvant dans* 100^{mol} *d'un liquide volatil quelconque, diminue la tension de vapeur de ce liquide d'une fraction constante de sa valeur et égale à* $\frac{1}{101}$ *ou* 0,0099.

» Ce résultat théorique se confond presque entièrement avec la conclusion que j'ai tirée de mes expériences (*Comptes rendus*, 6 décembre 1886 et 23 mai 1887). Toute la différence consiste en ce que le coefficient 0,0099, indiqué par le calcul, est un peu plus faible que le coefficient 0,0105, que m'a fourni l'observation ; mais cet écart ne paraît pas excessif quand on songe que, pour établir la formule (4), il faut appliquer aux vapeurs saturées des lois qui ne se vérifient exactement que pour les gaz parfaits.

» L'abaissement α du point de congélation, produit par 1^{mol} dissoute dans 100^{mol} dissolvantes, est, d'après M. Van t' Hoff, donné par l'expression

$$\alpha = 0,02 \times \frac{T^2}{L} i, \tag{5}$$

dans laquelle T est la température absolue de congélation du dissolvant et L sa chaleur latente moléculaire de fusion.

» D'autre part, la diminution relative de tension de vapeur β, pour la même dissolution, est, comme l'indique la formule (2),

$$\beta = \frac{i}{101}. \tag{6}$$

» Le rapport entre l'abaissement du point de congélation α et la dimi-

nution relative de tension de vapeur β, pour une même dissolution, est donc

$$\frac{\alpha}{\beta} = 0,02 \times \frac{T^2}{L} \times 101, \qquad (7)$$

quantité indépendante de i et qui reste évidemment la même tant que le dissolvant ne change pas. Donc : *pour toutes les dissolutions faites dans un même dissolvant, il y a un rapport constant entre l'abaissement moléculaire du point de congélation et la diminution moléculaire de tension de vapeur.*

» Cette nouvelle conclusion théorique est elle-même entièrement conforme à celle que j'ai déduite de mes expériences sur les dissolutions faites dans l'eau et dans la benzine (*loc. cit.*)

» La valeur numérique de $\frac{\alpha}{\beta}$, pour les dissolutions aqueuses, peut s'obtenir en faisant, dans la formule (7), $T = 273°$ et $L = 1430$. On trouve ainsi $\frac{\alpha}{\beta} = 104,8$, nombre qui ne diffère pas sensiblement de 105 obtenu par M. Güldberg (*Comptes rendus*, t. LXX; 1870) et de 104,5 obtenu par M. Kolacek (*Wiedemanns' Annalen*, t. XV; 1882) à l'aide de calculs différents. Or l'expérience m'a donné, pour les mêmes dissolutions, $\frac{\alpha}{\beta} = 100$ à peu près (*Comptes rendus*, 22 juillet 1878 et 23 mai 1887). L'accord entre l'expérience et la théorie est donc, sur tous les points, aussi complet qu'on peut le désirer en pareille matière. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température interne des glaciers.*
Note de MM. **Ed. Hagenbach** et **F.-A. Forel.**

« L'année dernière, deux observations de M. Forel avaient montré que la température des parois de la grotte naturelle du glacier d'Arolla doit être au-dessous du zéro de l'échelle centigrade : des trous forés dans la glace et remplis d'eau de fusion s'obstruaient en quelques jours par congélation de l'eau ; dans une chambre de la grotte, où l'air était immobile, les parois étaient revêtues de cristaux de sublimation, des trémies à base hexagonale [1]. L'un et l'autre de ces faits prouvaient que le corps du glacier était plus froid que 0° C.

» Pour vérifier cette conclusion, M. Hagenbach avait essayé quelques déterminations thermométriques provisoires ; il avait vu la colonne de mercure s'arrêter à quelques centièmes de degré au-dessous de zéro.

---

[1] F.-A. Forel, *Études glaciaires.* II. *La grotte naturelle du glacier d'Arolla* (*Archives de Genève*, t. XVII, 469; 1887).

» L'intérêt capital de ces faits et conclusions pour la théorie des glaciers nous a engagés à reprendre plus attentivement ces expériences.

» Nous avons fait construire par M. C. Kramer, de Fribourg en Brisgau, des thermomètres de précision, en verre d'Iéna, longs de $0^m,60$, gradués en centièmes de degré C. autour du point zéro, qui était à environ $0^m,45$ de la boule; avec la loupe nous pouvions facilement lire le millième de degré. Nous sommes retournés à Arolla et, du 21 au 27 août 1887, nous avons mesuré la température du glacier dans la grotte naturelle, qui nous offrait les conditions les plus favorables d'expérimentation.

» Nous avons d'abord déterminé le point zéro de nos thermomètres. Le seul facteur important dont nous ayons eu à évaluer l'effet était l'angle d'inclinaison du thermomètre, qui, entre l'horizontale et la verticale, faisait varier l'équation de $\frac{7}{100}$ à $\frac{10}{100}$ de degré suivant l'instrument. Nous n'avons pas eu à faire la correction de la pression atmosphérique, toutes nos observations ayant lieu à la même altitude; les températures que nous avions à mesurer étant très près de zéro, nous n'avons pas eu à faire, sur place, la vérification ni du calibrage du tube des thermomètres, ni de l'exactitude de la graduation, les erreurs possibles de ce fait étant absolument négligeables.

» L'équation de nos instruments déterminée, nous avons placé les thermomètres dans des trous pris dans la paroi de la grotte; la disposition que nous avons choisie est la suivante. Un tube de $0^m,45$ de profondeur et de $0^m,03$ de diamètre plongeait dans la masse de glace sous un angle de 30° à 40°; nous le remplissions à moitié de pétrole (¹); nous y introduisions le thermomètre et nous fermions l'ouverture avec un tampon de ouate et de neige, le tube de l'instrument sortant assez à l'extérieur pour que nous pussions faire directement la lecture de la température. Au bout de quelques heures, le mercure du thermomètre arrivait à l'équilibre stable; nous l'avons cependant toujours laissé en observation au moins pendant vingt-quatre heures. Nous avions soin de placer deux thermomètres dans la même direction, afin qu'ils se contrôlassent mutuellement.

» Nous avons établi cinq stations différentes en divers points de la grotte et nous avons, toutes corrections faites, obtenu les températures suivantes :

Stations.	°	Stations.	°
A	— 0,023	D	— 0,009
B	— 0,002	E	— 0,031
C	— 0,009		

(¹) Le mélange de pétrole et de glace ne fait pas varier le point de congélation.

» La thermométrie nous amène donc au même résultat que l'observation des trous de contrôle pleins d'eau, qui se rétrécissent progressivement par apposition de couches concentriques de glace de nouvelle congélation : la masse du glacier était à quelques centièmes de degré au-dessous de zéro, à $0^m,45$ de profondeur dans la paroi. Sa température variait de $-0°,002$ à $-0°,031$.

» Quelle est la signification de cette température inférieure à zéro dans la glace dont la surface était incontestablement en état de fusion? Trois explications se présentaient à nous :

» 1° Ou bien ce serait un fait d'abaissement du point zéro dû à l'impureté de la glace. Une solution d'eau salée se congèle ou entre en fusion à une température inférieure à 0°. Cette interprétation est éliminée par le fait que, dans notre établissement du zéro, la glace pilée ou la neige qui entourait les thermomètres était baignée par la même eau de fusion qui, dans le glacier, pouvait s'écouler entre les grains cristallins.

» 2° Ou bien ce serait un fait de conservation de la température hivernale. Le glacier est un bloc de glace qui se refroidit en hiver et revient en été à l'état de glace fondante. Avions-nous encore, au moment de nos observations, des restes de la température de congélation de l'hiver précédent? L'étude des conditions de la grotte en 1887 nous force à écarter cette hypothèse. Tandis qu'en juillet 1886 la galerie fermée à l'une de ses extrémités pouvait, dans certaines de ses chambres, avoir résisté à l'effet de la chaleur de l'été, il était inadmissible qu'à la fin d'août 1887, après trois mois de beau temps continu, la grotte, parcourue par un violent courant d'air, ne fût pas entièrement remontée à l'état de glace fondante. Les différences de température entre nos diverses stations ne correspondaient du reste en rien à ce qu'aurait expliqué une pareille supposition.

» 3° Reste une seule explication, parfaitement plausible, à laquelle nous nous tenons. Les pressions supérieures abaissent le point de fusion de toute substance dont la densité est plus grande à l'état liquide qu'à l'état solide, de la glace en particulier. James Thomson, sir W. Thomson, Clausius, Mousson ont prouvé, soit par des considérations théoriques, soit par l'expérience en laboratoire, que cet abaissement du point de fusion est de $0°,0075$ par atmosphère de pression. Dans le glacier, le poids des couches supérieures comprime les couches inférieures, et y occasionne des pressions considérables ; le glacier d'Arolla mesure, au-dessus de quelques-unes de nos stations, jusqu'à 40^m d'épaisseur de glace. Une telle pression doit abaisser le point de fusion de la glace de quelques centièmes de degré, si elle est à son maximum d'effet.

» Les différences de température que nous constatons dans nos diverses stations s'expliquent facilement par les variations de la pression, suivant que le glacier, au point considéré, repose directement sur le sol et subit par conséquent une pression maxima, ou que, excavé par-dessous en voûtes surbaissées, et plus ou moins suspendu en l'air, il est soumis seulement à une fraction de cette pression.

» Notre conclusion, formulée comme suit : « La température inférieure » à zéro que nous avons constatée dans le glacier d'Arolla est l'effet de la » pression, qui abaisse le point de fusion de la glace », est donc une heureuse vérification dans la nature des faits élucidés par la théorie, et étudiés jusqu'à présent dans le laboratoire seulement. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur le Gulf-Stream.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« M. Bouquet de la Grye a démontré que la connaissance de la densité de l'eau en divers points de la mer permettait de se former une idée du niveau relatif de cette eau en ces divers points, de dresser une sorte de plan orographique de la surface de l'Océan et, par conséquent, de se rendre compte des courants marins constitués par de l'eau glissant le long de sa pente liquide tout comme elle le ferait sur un sol solide. Pour obtenir ce résultat, il faut considérer la densité *actuelle* de l'eau *in situ* qui est en même temps fonction de la température et de la salinité; ces deux caractères, agissant en sens inverse l'un de l'autre, sont inséparables. On nivelle l'Océan avec un aréomètre comme on nivelle une contrée montagneuse avec le baromètre.

» Appliquant ce principe aux densités prises par moi pendant la campagne de la frégate *la Clorinde* de France à Terre-Neuve et autour de l'île en 1886, j'ai dressé une série de profils en long de l'Atlantique et, combinant mes observations à celles de M. Buchanan à bord du *Challenger*, j'ai dessiné un profil en long et plusieurs profils en travers du Gulf-Stream. Ces tracés rendent manifestes les caractères suivants :

» Le Gulf-Stream est semblable à un fleuve; sa ligne de crête, en pente tout le long de son cours, est plus inclinée dans le voisinage de sa source que vers son embouchure. Une vallée à pente relativement abrupte le sépare, sur sa rive gauche, du courant des États-Unis venant de Terre-Neuve et se dirigeant vers le sud; son flanc droit, en pente plus douce, tournée du côté de l'Océan, offre une largeur plus considérable et ainsi

s'explique le charriage des bois flottés d'Amérique vers le nord-ouest de l'Europe.

» La mer de Cabot, formée par les côtes ouest de Terre-Neuve, du Labrador, du Canada, du Nouveau-Brunswick, de l'île du Prince-Edward et du cap Breton, est le vaste estuaire du fleuve Saint-Laurent dont le courant, passant entre l'île d'Anticosti et le cap Gaspé, puis entre l'île Saint-Paul et le cap Nord de l'île du Cap-Breton, débouche dans l'Atlantique par le détroit de Cabot, en heurtant le Gulf-Stream, dont il ralentit la vitesse, et en laissant, comme delta sous-marin, les bancs s'étendant le long des États-Unis, depuis le grand banc de Terre-Neuve.

» Le courant polaire oriental, venu de la mer de Baffin, contourne l'île de Terre-Neuve à l'est et finit par heurter perpendiculairement le Gulf-Stream. Contrairement à ce qu'on pensait, ses eaux, quoique plus froides, sont un peu plus légères, de sorte que, loin de passer au-dessous des eaux plus chaudes du Gulf-Stream, elles se mélangent à elles en arrêtant presque complètement leur vitesse. Ce brassage des eaux est activé par les icebergs qui fondent et y chavirent. Après la rencontre du courant polaire oriental, le Gulf-Stream n'existe pour ainsi dire plus; ses eaux attiédies se sont étalées et, bien qu'elles possèdent une direction générale vers le nord-est, balayées par les vents réguliers, elles obéissent surtout à leur impulsion ainsi qu'aux nombreuses autres causes accessoires qui intéressent l'économie des courants. Le Gulf-Stream est alors dans les meilleures conditions pour adoucir le climat de l'Europe occidentale, mais il n'a plus son individualité : il est devenu une simple dérive sans profondeur et se comparerait volontiers à un fleuve puissant qui s'est perdu dans des marécages. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la répartition de la température et de la pression atmosphérique à la surface du globe*. Note de M. ALEXIS DE TILLO. (Extrait.)

« Les publications récentes de M. Léon Teisserenc de Bort et de M. J. Hann, de Vienne, m'ont conduit aux recherches que je vais exposer. J'ai tracé sur des Cartes du globe les isothermes et les isobares moyennes de l'année et des mois de janvier et de juillet. Ces Cartes sont construites d'après la projection équivalente cylindrique droite de Lambert. Puis, à l'aide d'un planimètre, système Amsler, j'ai mesuré les aires comprises

entre les lignes isothermes et les aires comprises entre les lignes isobares. Enfin, j'ai calculé : la répartition des pressions barométriques, les pressions barométriques moyennes, la distribution des températures, les températures moyennes des zones, les températures moyennes des continents et des mers, et j'ai cherché des relations entre les amplitudes extrêmes des températures et des pressions atmosphériques moyennes du globe.

» Voici quelques-unes des conclusions auxquelles je suis parvenu :

» 1. Pour les zones entre 50°-0° nord et 0°-50° sud, la superficie des pressions $\left\{\begin{array}{l}\text{basses}\\ \text{hautes}\end{array}\right.$ du mois de janvier correspond strictement à la superficie des pressions $\left\{\begin{array}{l}\text{hautes}\\ \text{basses}\end{array}\right.$ du mois de juillet.

» Les pressions $\left\{\begin{array}{l}\text{basses}\\ \text{hautes}\end{array}\right.$ occupent au mois de janvier $\frac{41}{59}$ et au mois de juillet $\frac{66}{34}$ pour 100 de l'hémisphère boréal.

» 2. En passant du mois de janvier au mois de juillet, la pression $\left\{\begin{array}{l}\text{diminue}\\ \text{augmente}\end{array}\right.$ dans l'hémisphère $\left\{\begin{array}{l}\text{boréal}\\ \text{austral}\end{array}\right.$ de $\left\{\begin{array}{l}3^{\mathrm{mm}},18\\ 2^{\mathrm{mm}},62\end{array}\right.$. La moyenne de ce changement, $2^{\mathrm{mm}},90$, est égale à la différence des pressions entre les zones 50°-0° nord et 0°-50° sud, qui est de $2^{\mathrm{mm}},96$ au mois de janvier et de $2^{\mathrm{mm}},81$ au mois de juillet.

» La pression annuelle moyenne pour l'hémisphère boréal, ainsi que pour toute la superficie entre 90° nord et 50° sud, est égale à $760^{\mathrm{mm}},2$. M. Kleiber a trouvé, par d'autres procédés moins sûrs, $759^{\mathrm{mm}},2$.

» 3. L'hémisphère boréal contient 14 pour 100 de régions froides, 35 pour 100 de régions tempérées et 51 pour 100 de régions chaudes. M. Supan a trouvé d'une autre manière, pour ces mêmes régions, respectivement : 15, 32 et 53 pour 100.

» 4. La température moyenne annuelle de l'hémisphère boréal est égale à 15,45 : janvier 8,3, juillet 22,6. Les chiffres de M. Spitaler, de Vienne, sont : année 15,4; janvier 8,0; juillet 22,5, obtenus par une tout autre méthode que la mienne.

» Les $\left\{\begin{array}{l}\text{températures}\\ \text{pressions}\end{array}\right.$ annuelles, obtenues directement en mesurant les superficies entre les $\left\{\begin{array}{l}\text{isothermes}\\ \text{isobares}\end{array}\right.$ annuelles, ne diffèrent qu'insensiblement des moyennes calculées d'après les mois de janvier et juillet.

» 5. Les continents, dans leur ensemble, sont de 3° C. plus froids que les mers (entre 90° N. et 50° lat. S.). Le nouveau continent est de 3°

plus froid que le vieux continent. L'Atlantique est aussi de 2°,6 plus froid que l'océan Pacifique. Donc le nouveau continent avec l'Atlantique est sensiblement plus froid que le vieux monde avec l'océan Pacifique, et de même tous les continents avec l'Atlantique sont plus froids que l'océan Pacifique. Il est intéressant de classer les continents et les mers d'après leurs températures annuelles et mensuelles :

Année.	Températures moyennes.	Janvier.	Températures moyennes.	Juillet.	Températures moyennes.
Afrique	+26°,4	Australie	+29°,4	Afrique	+27°,1
Amérique du Sud	+23,0	Amérique du Sud	+25,1	Ancien continent	+24,5
Australie	+22,3	Afrique	+23,7	Asie et Europe	+23,1
Océan Indien	+20,4	Toutes les mers (1)	+17,9	Tous les continents	+22,9
Océan Pacifique	+19,6	Tous les continents (1)	+ 7,3	Amérique du Sud	+20,9
Toutes les mers (1)	+18,3	Ancien continent	+ 6,4	Nouveau continent	+20,2
Océan Atlantique	+17,0	Nouveau continent	+ 5,3	Amérique du Nord	+19,7
Ancien continent	+15,8	Asie et Europe	— 3,0	Toutes les mers	+19,2
Tous les continents (1)	+15,0	Amérique du Nord	— 8,7	Australie	+16,4
Nouveau continent	+12,9				
Asie et Europe	+10,0				
Amérique du Nord	+ 4,7				

» 6. Pour les conditions générales de notre atmosphère, quand la température moyenne $\left\{\begin{array}{l}\text{diminue}\\ \text{augmente}\end{array}\right.$ dans les limites de 1°,6 à 4°,7, la pression $\left\{\begin{array}{l}\text{augmente}\\ \text{diminue}\end{array}\right.$ de 1^{mm}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un ditérébenthyle*. Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Berthelot.

« Les huiles de résine provenant de la distillation de la colophane sont constituées, en presque totalité, par un hydrocarbure bouillant au delà de 300° que l'on peut facilement obtenir en soumettant l'huile à un lavage à la lessive de soude, dans le but de la débarrasser des produits résineux qu'elle renferme, puis à un lavage à l'eau et enfin à quelques distillations fractionnées. L'huile ayant une grande tendance à s'émulsionner avec les

(1) Entre 90° N. et 50° lat. S.

lessives alcalines ou même l'eau, il est indispensable de toujours verser l'huile dans la lessive bouillante. Par le repos, l'huile remonte à la surface ; on la dessèche en la maintenant pendant quelques instants à une température de 110° à 120° et, après trois ou quatre rectifications, elle fournit un hydrocarbure $C^{20}H^{30}$ sous forme d'une huile incolore, bouillant à 343°-346°. Sa densité à + 18° = 0,9688. Son pouvoir rotatoire, pour une colonne de 10^{cm} et la lumière du sodium = + 59°. Son indice de réfraction = 1,53.

» Son analyse a donné les résultats suivants :

				Calculé pour $C^{20}H^{30}$.
C..............	88,5	88,4	88,6	88,89
H..............	11,3	11,3	11,2 (¹)	11,11

» Sa densité de vapeur, déterminée par la méthode de Dumas sous pression réduite ($h = 236$) dans la vapeur de mercure, = 9,6 (calcul 9,56).

» Ce carbure se rapprochant par ses propriétés, et particulièrement par l'action qu'exerce sur lui la chaleur, des carbures de la série térébique, je crois pouvoir le considérer comme un ditérébenthyle formé par l'union, avec perte de 2^{at} d'hydrogène, de 2^{mol} de térébenthène

$$C^{10}H^{15}\text{-}C^{10}H^{15}.$$

» Étendu en couche mince au contact de l'air, il absorbe en quinze jours environ $\frac{1}{10}$ de son poids d'oxygène et se transforme en une sorte de vernis poisseux.

» L'acide chromique, en solution acétique, le transforme presque complètement, à l'ébullition, en acide carbonique et oxyde de carbone ; le permanganate de potassium, en solution aqueuse, en acide carbonique, acides formique, acétique et propionique.

» Versé peu à peu dans de l'acide nitrique fumant bien refroidi, il s'y dissout sans dégagement de vapeurs nitreuses et, par addition d'eau, il se sépare un dérivé trinitré $C^{20}H^{27}(AzO^2)^3$ qui, après dessiccation dans le vide, se présente sous forme d'une poudre jaune, soluble dans l'alcool et l'éther.

(¹) L'excès d'hydrogène et le manque de carbone doivent être attribués à la présence d'une petite quantité d'un hydrocarbure plus hydrogéné, sur lequel je me propose de revenir plus tard.

» Son analyse a donné les résultats suivants :

			Calculé.
C..........	58,9	59,0	59,2
H..........	6,5	6,6	6,6
Az.........	9,9	»	10,4

» L'acide chlorhydrique gazeux le transforme, en solution éthérée, en un sous-chlorhydrate $C^{20}H^{30}, \frac{1}{2}HCl$ (trouvé 5,8 Cl pour 100, calculé 6,1 pour 100) liquide, qu'on peut isoler par évaporation dans le vide, en présence de potasse, de l'éther et de l'acide chlorhydrique en excès.

» Le brome agit sur lui avec violence ; en opérant en solution sulfocarbonique à — 10°, il se forme un bibromure $C^{20}H^{30}Br^2$ qui, par évaporation du sulfure de carbone, se décompose en dégageant de l'acide bromhydrique.

» En faisant réagir directement l'hydrocarbure sur le brome sous l'eau, on obtient un dérivé hexabromé $C^{20}H^{24}Br^6$ (trouvé 64,6 Br pour 100, calculé 64,55), sous forme d'une masse amorphe brun foncé, solide, fusible avant 100°, soluble dans l'alcool et l'éther.

» L'acide sulfurique ordinaire le transforme en acide ditérébenthyl-sulfonique, qu'on obtient en mélangeant peu à peu le carbure à l'acide. La masse devient épaisse. Après quelques heures on traite par l'eau et l'on ajoute de l'essence de pétrole. Par le repos, la liqueur se sépare en trois couches : une couche inférieure formée par une dissolution de l'acide sulfurique en excès dans l'eau ; une couche intermédiaire constituée par le dérivé sulfonique et une couche supérieure qui est une solution dans l'essence d'hydrocarbure non attaqué que l'on peut soumettre à nouveau, après distillation, à l'action de l'acide sulfurique ; mais il est à observer qu'il reste toujours une certaine quantité d'huile, inattaquable par l'acide, constituée par un nouvel hydrocarbure que je me propose d'étudier.

» Quant à la couche intermédiaire, après l'avoir séparée de l'eau acide au-dessus de laquelle elle surnage, on la dissout dans l'eau et on la sature par de l'ammoniaque. Par addition de chlorure de sodium, du ditérébenthyl-sulfonate d'ammonium se sépare sous forme de flocons jaunâtres qu'on lave à l'eau salée. Ce sel peut être employé pour la préparation de l'acide ditérébenthyl-sulfonique ou de ses sels.

» *Acide ditérébenthyl-sulfonique* $C^{20}H^{29}(SO^3H)$. — S'obtient en décomposant la solution aqueuse de son sel d'ammonium par de l'acide sulfurique ; on agite avec de la benzine qui le dissout, puis l'abandonne par évaporation sous forme d'une masse brun noirâtre. Il est soluble dans l'eau,

l'alcool, l'éther, la benzine, insoluble dans l'essence de pétrole. Ses solutions sont très fluorescentes, brunes par transmission, vertes par réflexion. Le chlorure de sodium, l'acide sulfurique, le sulfate de sodium, le chlorure de calcium le séparent de sa solution aqueuse. Il décompose les carbonates alcalins et alcalino-terreux.

» *Ditérébenthyl-sulfonate d'ammonium.* — Soluble dans l'eau, sa solution présente une fluorescence très prononcée; le sel marin le sépare de sa solution aqueuse sous forme de flocons jaunes qui, par le repos, s'agglutinent facilement.

» *Ditérébenthyl-sulfonates de baryum, de calcium, de cuivre, de plomb.* — Sont insolubles dans l'eau et s'obtiennent par double décomposition sous forme de précipités denses s'agglutinant facilement par le repos. Sont solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine. Ils brûlent avec une flamme fuligineuse.

» *Sel de baryum* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Ba$ (séché à 100°). — Son analyse a donné les résultats suivants :

		Calculé.
C	57,8	57,47
H	6,9	6,94
Ba	16,1	16,42

» *Sel de calcium* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Ca$. — Trouvé 5,4 Ca pour 100, calculé 5,42.

» *Sel de cuivre* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Cu$. — Trouvé 7,9 Cu pour 100, calculé 8,33.

» *Sel de plomb* $(C^{20}H^{29}SO^3)^2Pb$. — Trouvé 22,6 Pb pour 100, calculé 22,87. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés métalliques de l'acétylacétone.* Note de M. **Alphonse Combes**, présentée par M. Friedel.

« Dans plusieurs Mémoires précédents [1], j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie les méthodes de préparation et quelques propriétés de l'acétylacétone et de ses homologues. Depuis j'ai décrit un grand nombre de réactions qui ne permettent aucun doute sur la constitution de l'acétylacétone : je citerai particulièrement l'hydrogénation en solution acide qui

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 814, et t. CIV, p. 855 et 920.

fournit un glycol nouveau, le glycol amylique normal bisecondaire symétrique, l'action du perchlorure de phosphore, de l'hydroxylamine et de la phénylhydrazine. Toutes ces réactions, jointes à l'action de la potasse aqueuse qui dédouble l'acétylacétone en acétone et acétate de potasse, assignent à ce composé la formule suivante :

$$CH^3-CO-CH^2-CO-CH^3.$$

» J'ai déjà montré que les atomes d'hydrogène du chaînon central CH^2 du groupement $(CO-CH^2-CO)$ caractéristique de l'acétylacétone présentent de remarquables analogies avec les hydrogènes des oxhydryles acides : ils ne sont point attaquables par l'action directe du chlore, et on peut leur substituer du sodium avec la plus grande facilité. Je me propose de faire voir aujourd'hui que l'acétylacétone et ses homologues agissent sur les sels métalliques comme de véritables acides forts, et qu'on peut obtenir avec tous les métaux une classe nouvelle de composés cristallisés, parfaitement définis, les *acétylacétonates*, qui répondent à la formule générale

$$(C^5H^7O^2)^nM,$$

M étant un métal d'atomicité n.

» *Acétylacétonates de potassium et de sodium.* — J'ai déjà montré qu'on peut obtenir ces sels en faisant agir le sodium ou le potassium sur l'acétylacétone; il se forme un corps blanc amorphe dont la formule est

$$CH^3-CO-CHNa-CO-CH^3.$$

» Ce mode de préparation est long et pénible, mais on peut aisément obtenir ces sels cristallisés, en petits prismes hexagonaux appartenant à la symétrie orthorhombique en faisant tomber dans une solution alcoolique d'acétylacétone une solution titrée d'alcoolate de soude ou de potasse; ces solutions doivent être faites dans l'alcool absolu. La précipitation est immédiate et complète; ces sels sont assez solubles dans l'alcool absolu, mais insolubles dans l'éther; il est facile par ce moyen d'obtenir en quelques minutes des masses considérables de ces sels.

» *Acétylacétonate de magnésium.* — Quand on projette, dans une solution aqueuse chaude d'acétylacétone, du carbonate de magnésie, il se dissout avec une vive effervescence. On ajoute un excès de carbonate et l'on filtre bouillant; par refroidissement et évaporation dans le vide, il se dépose de très beaux cristaux incolores, transparents, présentant la forme de

prismes hexagonaux orthorhombiques. Ils se laissent parfaitement dessécher à 125° sans décomposition et répondent à la formule

$$(C^5H^7O^2)^2 Mg.$$

Acétylacétonate d'aluminium. — On l'obtient en assez grandes quantités dans la préparation de l'acétylacétone, sous la forme d'une masse gélatineuse insoluble dans l'eau. Il résulte de l'action de l'acétylacétone sur l'hydrate d'alumine en solution chlorhydrique étendue; il est complètement insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool fort, un peu moins dans l'éther. Il se dépose par évaporation de ces solutions en cristaux à éclat nacré, présentant la même forme cristalline que les sels précédents. Il se décompose facilement par la chaleur, et ne doit pas être séché à une température supérieure à 100° ; son analyse lui assigne la formule

$$(C^5H^7O^2)^6 Al^2.$$

Acétylacétonate de cuivre. — On peut l'obtenir par deux procédés différents. On traite une solution peu concentrée d'acétate de cuivre par une solution aqueuse chaude saturée d'acétylacétone; il se précipite immédiatement de jolies aiguilles d'un bleu pâle qui, examinées au microscope, se présentent sous la forme de petits prismes hexagonaux orthorhombiques. Ce sel est complètement insoluble dans l'eau, et, en solution un peu étendue, la précipitation du cuivre de l'acétate est complète. On peut l'obtenir en gros cristaux en traitant une solution de chlorure cuivrique étendue par une solution bouillante d'acétylacétone : il se dépose peu à peu de gros cristaux bleus du sel de cuivre ; son analyse, faite sur du sel séché à 125°, répond exactement à la formule

$$(C^5H^7O^2)^2 Cu.$$

» *Acétylacétonate de fer.* — Quand on traite une solution d'acétylacétone par le chlorure ferrique, elle prend une coloration rouge foncé; agitée avec de l'éther, elle le colore en rouge, et l'évaporation de ce dissolvant abandonne de petits cristaux d'un rouge vif tout à fait analogues à ceux du sel d'alumine. Il vaut mieux préparer ce sel en décomposant par l'acétylacétone le carbonate de fer. Ce sel, comme celui d'alumine, est facilement décomposable par la chaleur. La coloration rouge que prennent les solutions d'acétylacétone traitées par le chlorure ferrique est une réaction d'une extrême sensibilité, pour reconnaître une trace d'acétylacétone ou d'un sel de fer.

» *Acétylacétonate de plomb.* — S'obtient, comme le composé magnésien, par décomposition de carbonate de plomb. Il est, comme lui, soluble dans l'eau et présente la même forme cristalline.

» Il résulte de ce qui précède et des essais que j'ai faits jusqu'à présent que l'acétylacétone décompose tous les carbonates, même celui de potasse; qu'elle déplace l'acide acétique de l'acétate de cuivre et même l'acide chlorhydrique; elle agit donc sur les sels métalliques comme un acide fort; et, jusqu'ici, rien ne distingue son action de celle d'un acide monobasique, mais certaines propriétés de ses sels distinguent nettement cette fonction de la fonction acide proprement dite :

» 1° Les composés de potassium et de sodium, traités par l'eau chaude, se dédoublent en acétone et acétate alcalin.

» 2° Les composés d'alumine et de fer en solution alcoolique ne sont pas décomposés par l'ammoniaque.

» 3° Enfin, si, au moyen du composé de sodium et de l'iodure de méthyle, on prépare un dérivé méthylé de l'acétylacétone, on obtient, comme je l'ai montré, une nouvelle diacétone, la *méthylacétylacétone* bouillant à 165°, qui jouit encore des mêmes propriétés acides que l'acétylacétone elle-même; c'est ainsi qu'une trace de ce corps, ajoutée à une solution étendue d'acétate de cuivre, précipite à froid un sel bleu tout à fait semblable à l'acétylacétonate de cuivre, et précipite également les alcoolates alcalins.

» En résumé, l'acétylacétone agit sur les sels métalliques comme un acide fort, et son groupement fonctionnel ($CO-CH^2-CO$) jouit des propriétés caractéristiques du groupement fonctionnel CO^2H des acides, et s'en distingue en ce que les deux hydrogènes qu'il contient sont capables de réagir successivement.

» Je n'ai pas encore obtenu les sels de la forme

$$(C^5H^6O^2)M,$$

M étant un métal diatomique; mais, comme je l'ai montré avec la méthylacétylacétone, on peut obtenir les sels

$$[(C^5H^6O^2)R]^nM,$$

R étant un radical alcoolique quelconque et M un métal d'atomicité n (¹). »

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de Lombriciens phosphorescents et sur l'espèce type de ce genre*, Photodrilus phosphoreus *Dugès*. Note de M. A. Giard.

« On a signalé bien souvent l'existence de la fonction photogénique chez certains Lombriciens; mais très rarement les espèces qui présentent cette particularité ont été décrites d'une façon suffisante et les conditions dans lesquelles se produit la phosphorescence sont encore assez mal connues. Pendant les mois d'août et septembre, j'ai observé à Wimereux, dans les allées d'un jardin assez éloigné de la mer, un Ver de terre lumineux qui me paraît appartenir à un genre nouveau du groupe des Lombriciens postclitelliens de Perrier, voisin des *Plutellus* et surtout des *Pontodrilus*. Il suffisait, le soir, surtout par les temps humides, de piétiner ou de racler le gravier des chemins pour obtenir un spectacle féerique : une foule de points lumineux d'un beau vert opalescent s'allumaient aussitôt. Ces points étaient de dimensions inégales; les plus gros produisaient une lumière aussi intense que celle de nos lampyres et visible même dans une chambre éclairée par une bonne lampe. En prenant l'un de ces points et en le frottant entre les mains, on rend en peu de temps lumineuses les deux faces palmaires. Dans le voisinage de chaque point phosphorescent ou de chaque traînée lumineuse, on trouve un petit Lombric qui, le plus souvent, ne présente aucune blessure, malgré le procédé un peu brutal employé pour le découvrir.

» Le *Photodrilus phosphoreus* a une longueur de 45^{mm} à 50^{mm} sur une largeur de $1^{mm},5$ (2^{mm} dans la région clitellienne). Il compte 110 anneaux environ. La couleur est d'un gris rose, orangée à la ceinture. La peau est assez transparente pour laisser voir les organes internes et un riche système vasculaire. Les soies sont courtes, crochues; mais, au lieu d'être géminées comme chez la plupart des Lombriciens, elles sont distantes comme chez les *Pontodrilus*. Elles forment donc huit rangées longitudinales à peu près parallèles. Les deux rangées ventrales inférieures sont très rapprochées dans la partie antéclitellienne, et l'espace qui les sépare dépasse à peine la largeur de la chaîne nerveuse.

» Le lobe céphalique est arrondi et n'échancre pas le segment buccal. Entre les anneaux 8 et 9 (septième et huitième sétigère), on voit sur les lignes des soies ventrales inférieures les orifices de la paire unique de

poches copulatrices. C'est l'homologue de la deuxième paire des *Pontodrilus*. La ceinture commence vers le tiers supérieur du treizième anneau et recouvre les quatorzième, quinzième, seizième et dix-septième anneaux; ce dernier est beaucoup plus court que les précédents. Le quatorzième anneau porte les ouvertures génitales femelles sur les lignes de soies ventrales inférieures et un peu au-dessus de ces soies. Les orifices génitaux mâles sont sur le dix-huitième anneau. Les organes segmentaires n'existent qu'à partir du quatorzième anneau et débouchent extérieurement à la limite supérieure de chaque anneau en dehors des lignes de soies ventrales supérieures.

» Le tube digestif commence par une partie exsertile (trompe) que l'animal évagine et rétracte alternativement, avec une certaine lenteur, lorsqu'il est soumis à l'action du chloroforme. Dans ces mouvements de va-et-vient, on voit saillir sur le côté inférieur du segment buccal une touffe de longs filaments diaphanes, parfois finement striés en travers et d'une extrême gracilité. Ces éléments sétiformes, bien plus longs que le lobe céphalique et très flexibles, n'ont été signalés à ma connaissance chez aucun Lombricien. Faut-il les considérer comme homologues des bâtonnets cylindriques décrits, par Perrier, à l'intérieur de l'hypoderme des *Pontodrilus*, ou bien sont-ce des fibres musculaires rompues et dissociées par le réactif?

» Le renflement pharyngien ovoïde s'étend du troisième au cinquième segment; il est suivi par un œsophage droit qui, dans les anneaux 10, 11, 12 et 13, présente quatre renflements en chapelet remplaçant le gésier. L'intestin proprement dit commence au quatorzième anneau. Dans la région antérieure (anneaux 5 à 9) l'œsophage est recouvert latéralement et dorsalement par des glandes volumineuses qui vont en décroissant d'avant en arrière; la plus petite est située dans le neuvième anneau. Je les considère comme homologues des glandes septales, découvertes par Vejdovsky, chez les Enchytræides. Malgré la place qu'ils occupent contre l'intestin, ces organes ne sont pas des glandes digestives; ils débouchent au dehors du côté dorsal, et je crois que c'est à leur sécrétion qu'il faut attribuer la propriété photogénique du *Photodrilus*. Les cloisons ne correspondent pas toujours exactement à la limite de deux anneaux subséquents. Ainsi le neuvième septum n'est pas situé entre le neuvième et le dixième anneau, mais il est fixé à la paroi intestinale, vers le milieu du dixième; de même les dixième, onzième et douzième cloisons partent d'une insertion latérale située un peu au-dessous de la limite inférieure des dixième, onzième

et douzième anneaux, et entourent l'intestin vers le milieu des onzième, douzième et treizième segments. Le même fait a été indiqué par Horst chez *Moniligaster Houtenii*.

» L'appareil circulatoire diffère peu de celui des *Pontodrilus*. Les cœurs latéraux sont situés dans les anneaux 10, 11 et 12. Le vaisseau ventral se divise, vers le milieu du 8ᵉ anneau, en deux branches latéro-ventrales qui, d'abord très écartées, se rapprochent dans les anneaux 5 et 4 et se dirigent ensuite latéralement dans les anneaux 2 et 1, pour former dans le lobe céphalique un beau plexus vasculaire.

» Les testicules sont au nombre de deux paires. Ce sont de grosses glandes très vascularisées qui occupent la partie supérieure des anneaux 11 et 12. Les ovaires sont situés dans le treizième anneau. Les animaux que nous avons étudiés n'étant pas à la période d'activité sexuelle, les ouvertures génitales mâles étaient peu distinctes. Les ouvertures des oviductes se montraient bien nettement à la face inférieure du quatorzième anneau, sous forme de deux petites fentes légèrement obliques de dehors en dedans. Les poches copulatrices, situées dans le neuvième anneau, possèdent un petit sac accessoire, comme chez les *Pontodrilus*.

» Chez certains individus, on trouve dans le douzième et parfois dans le treizième et le dix-huitième anneau, outre les huit soies ordinaires, deux soies complémentaires situées plus profondément que les autres et placées en dehors des rangées ventrales inférieures; parfois une de ces soies est remplacée par un faisceau de quatre soies, et cela tantôt à droite, tantôt à gauche. Horst paraît avoir rencontré de semblables faisceaux tétrachètes chez le *Rhinodrilus Tenkatei*. Sont-ce des soies péniales en régression?

» La courte description que Dugès a donnée de son *Lumbricus phosphoreus* (¹) peut s'appliquer au *Photodrilus*. Dugès avait trouvé cette espèce dans la tannée de la serre-chaude du Jardin des Plantes de Montpellier. A Wimereux, le *Photodrilus* se rencontre uniquement dans les chemins longeant les plates-bandes remplies de terreau venant des serres d'un horticulteur de Boulogne. Il est donc probable que nous nous trouvons en présence d'une espèce exotique qui s'est fort bien accommodée du climat maritime du Boulonnais. »

(¹) *Ann. des Sc. nat.*, 2ᵉ série, t. VIII, p. 24; 1837.

ZOOLOGIE. — *Sur la formation des corpuscules calcaires chez les Holothuries.* Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En étudiant les corpuscules calcaires des Dendrochirotes, dont on trouve un assez grand nombre d'espèces à Banyuls et à Roscoff, j'ai été amené à découvrir leur mode de formation; et, quoique ces éléments présentent pour chaque espèce une forme si particulière qu'elle sert de critérium dans la détermination, j'ai vu que la forme originelle du corpuscule est partout la même chez ces animaux.

» Un corpuscule calcaire a, en effet, pour base de formation un groupe de cellules prismatiques hexagonales, disposées sur une seule couche, à la façon d'un dallage.

» Quatre cellules adjacentes, et tout d'abord leurs parois de contact, servent de centre d'attraction aux molécules calcaires. On a ainsi, au début, un corpuscule en forme d'X. Le calcaire gagne ensuite les autres parois latérales de ces quatre cellules, mais toujours les bases de celles-ci restent libres de tout dépôt. Le centre de chaque cellule est occupé par le noyau, et la présence de celui-ci, empêchant le dépôt calcaire de se propager, explique l'existence des trous dans ces formations.

» Le dépôt calcaire, plus abondant le long des arêtes des cellules hexagonales, est cause de l'existence des saillies qui se trouvent à la surface des corpuscules.

» J'appellerai ces quatre cellules les *quatre cellules fondamentales du corpuscule*, et, par extension, *corpuscule calcaire fondamental* celui qui prend naissance par calcification des parois latérales de ces quatre cellules.

» Comme type de *corpuscule calcaire fondamental*, nous pourrons citer le corpuscule normal du *Colochirus Lacazii*.

» De ce que le mode de formation est soumis à une même loi, il n'en résulte pas pour cela que le *corpuscule calcaire fondamental* soit identique pour toutes les espèces.

» La grandeur, soit relative, soit absolue, des cellules hexagonales, la forme et la dimension des saillies de la surface du corpuscule sont, en effet, des données qui restent fixes pour une même espèce, mais qui varient pour des espèces différentes.

» Une fois le *corpuscule calcaire fondamental* formé, une calcification analogue à celle que nous avons décrite plus haut gagne de proche en proche

les cellules hexagonales voisines. Suivant l'espèce, cette calcification intéresse également toutes les cellules qui entourent ce corpuscule ou seulement quelques-unes d'entre elles. On a ainsi des corpuscules figurant soit des disques, soit des lames, et plus ou moins allongés et contournés.

» En général, parmi les trous des corpuscules calcaires les plus compliqués, on en distingue quatre qui, par leur grandeur et leur disposition losangique, se font remarquer de prime abord. Ce sont précisément ceux du corpuscule calcaire fondamental.

» En résumé, chez les Dendrochirotes :

» 1° Les corpuscules calcaires ont pour base de formation un plan de cellules hexagonales. 2° Quatre cellules adjacentes sont seules intéressées au début de la formation de tout corpuscule et donnent ainsi le *corpuscule calcaire fondamental*. 3° Les trous des corpuscules sont déterminés par la présence des noyaux des cellules hexagonales. 4° Les saillies de la surface des corpuscules se forment le long des arêtes des cellules hexagonales. »

ZOOLOGIE. — *Sur la coque de l'œuf des Lépadogasters*. Note de M. **Frédéric Guitel** (1), présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les œufs de *Lepadogaster Gouanii* Lacép., *Candollii* Risso et *Wildenowii* Risso, sont fixés par plaques à la face inférieure des pierres; ceux du *Lepadogaster bimaculatus* Flem. à la face interne des souches anfractueuses de *Laminaria bulbosa* Lamoureux.

» Ces œufs ont la forme d'un demi-ellipsoïde très surbaissé dont la base est étroitement appliquée sur l'objet que l'animal a choisi pour déposer sa ponte. La membrane de la coque présente comme d'ordinaire de très nombreux pores d'une extrême ténuité; sa base est plus mince que sa partie convexe. Les Lépadogasters fixent leurs œufs très fortement sur des surfaces parfois très lisses (*L. bimaculatus*) : aussi ai-je cherché à déterminer le mode de fixation de ces œufs.

» Quand on regarde la base de la coque du *Lepad. bimaculatus*, Flem. à un grossissement moyen, on voit au centre un petit cercle clair entouré d'une zone foncée. Cette apparence tient à ce que la base de la coque présente en son centre une dépression peu profonde autour de laquelle

(1) Ce travail, commencé au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff (Finistère), a été terminé au laboratoire de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales).

règne une zone plus épaisse. Ce détail de structure permet, comme nous le verrons, de déterminer l'orientation de l'œuf dans l'ovaire. Sur toute la base de la coque se trouvent disposés une quantité considérable de petits bâtonnets, tous semblables et tous dirigés vers le centre.

» Chacun d'eux, vu sous un fort grossissement, se montre formé par un très petit cylindre dont l'une des extrémités, légèrement excavée, s'applique étroitement sur la face inférieure de la coque, tandis que l'autre reste libre et se divise en deux cônes divergents qui vont en s'amincissant progressivement, jusqu'à devenir d'une ténuité extrême.

» Toute cette face inférieure, et même le pourtour de la face convexe, est ainsi tapissée par une quantité considérable de ces cylindres bifurqués qui, tous, sont orientés suivant un rayon. Ces appareils du bord de la coque sont plus gros et plus longs que les autres, leurs filaments terminaux sont très longs, se prolongent beaucoup au delà de la base de l'œuf et forment autour de lui une large frange, feutrée, irrégulière.

» Au moment où l'œuf est pondu, les deux filaments terminaux de chaque petit cylindre sont mous ; ils se collent facilement aux moindres aspérités de la surface sur laquelle ils sont appliqués, puis se solidifient, et l'œuf se trouve ainsi solidement attaché au substratum sur lequel la mère l'a déposé.

» N'ayant trouvé aucune glande accessoire pouvant sécréter l'appareil de fixation que je viens de décrire, j'ai étudié l'œuf dans l'ovaire et je suis arrivé à la conclusion suivante : *L'appareil de fixation de l'œuf des Lépadogasters est sécrété par le follicule de cet œuf, follicule qui dérive lui-même de l'épithélium germinatif.*

» En effet, si l'on examine avec soin la surface d'un œuf assez avancé dans son développement, on aperçoit un revêtement cellulaire qui tapisse l'œuf sur toute sa surface : c'est le follicule. Mais ce follicule n'est pas partout identique à lui-même.

» Sur l'un des hémisphères [1], les cellules sont hexagonales régulières à gros noyau ; cet hémisphère reste libre. Sur l'autre, au contraire, on aperçoit un réseau formé par des faisceaux de filaments sinueux laissant entre eux des mailles allongées qui affectent la forme d'un losange à angles très

---

[1] L'œuf, encore contenu dans l'ovaire et examiné quelque temps avant la ponte, est ovoïde ; ce n'est que plus tard que, s'appliquant exactement sur la paroi de l'ovaire, il se déprime fortement du côté externe et prend une forme se rapprochant de celle qu'il a lors de la ponte.

arrondis. Au centre de chacune de ces mailles se trouve un gros noyau de cellule. Ce sont ces filaments sinueux qui se fixent sur la coque et donnent naissance au réseau des petits appareils bifurqués. Cet hémisphère est celui qui sera fixé.

» Le même œuf, examiné sur une coupe fine bien orientée, montre sur son hémisphère libre une très mince membrane : c'est la partie du follicule formée de cellules hexagonales très aplaties ; les noyaux sont invisibles sur les coupes. Sur l'hémisphère de fixation, au contraire, on distingue avec la dernière netteté une couche de cellules à gros noyaux qui entoure cet hémisphère comme une calotte, diminue d'épaisseur à mesure qu'on s'éloigne du pôle de fixation et se confond insensiblement avec la couche de cellules plates hexagonales de l'hémisphère libre.

» Entre les noyaux des cellules on voit les filaments fixateurs qui vont s'attacher à la coque et, lorsqu'on examine des œufs à différents degrés de développement, on acquiert bientôt la certitude que *l'appareil de fixation est sécrété sur l'hémisphère de fixation par les cellules du follicule*.

» Au moment de la ponte, les filaments fixateurs ne forment plus un réseau à mailles losangiques, les faisceaux de filaments sont tous dissociés, les gros noyaux des cellules folliculaires sont résorbés et l'appareil de fixation forme une couche mince feutrée sous la coque de l'œuf.

» En examinant la coupe complète d'un ovaire, on remarque ce fait intéressant que, dans chaque œuf, *l'hémisphère qui est le siège de la sécrétion de l'appareil fixateur est toujours celui qui est tourné du côté externe, même dans les jeunes œufs qui n'ont encore qu'un rudiment d'appareil fixateur*.

» Dans l'ovaire à maturité complète, tous les œufs prêts à être pondus sont à la surface de la glande ; ils sont tous de même grosseur et l'on n'aperçoit plus que quelques jeunes œufs dans la région du hile. Chaque œuf mûr a alors son hémisphère de fixation presque aplati et se présente à l'extérieur sous la forme (acquise par pression réciproque) d'un polygone à 4, 5, 6 côtés, légèrement convexe.

» Si l'on examine sous une forte loupe les faces convexes des œufs, on trouve en leur milieu la tache noire à centre blanc que nous avons signalée au centre de la base de chaque œuf pondu.

» De là, il résulte que, dans l'ovaire à maturité parfaite :

» 1° *Tous les œufs mûrs ont déjà la forme demi-ellipsoïdale de l'œuf pondu ;*

» 2° *Tous ces œufs sont appliqués sur la paroi de la glande par la face même qui, lors de la ponte, sera collée au moyen de l'appareil fixateur.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle des stomates dans l'entrée ou la sortie des gaz.* Note de M. **L. Mangin** (1), présentée par M. Duchartre.

« L'importance des stomates dans la circulation des gaz échangés pendant la respiration et la fonction chlorophyllienne est encore contestée. Les recherches d'Unger (2), de Sachs (3), de M. Merget (4), etc., ont montré, il est vrai, que les gaz circulent facilement à travers les stomates; mais, par contre, M. Boussingault, dans son classique Mémoire sur les feuilles (5), a établi que l'intensité du phénomène chlorophyllien était indépendante des stomates. On ignore donc dans quelle mesure ces orifices concourent à faire pénétrer, dans les tissus, les gaz indispensables à la respiration et à la fonction chlorophyllienne.

» Je viens présenter dans cette Note les résultats d'un certain nombre d'expériences entreprises sur cette question.

» *a. Influence de l'occlusion des stomates sur le phénomène respiratoire.* — Pour obtenir une occlusion complète des stomates, je me suis servi d'abord de la vaseline, l'empois d'amidon, utilisé par M. Boussingault, ne constituant pas une fermeture suffisante et assurée. Des feuilles semblables et de même poids sont recouvertes de vaseline, l'une A à la face inférieure, l'autre B à la face supérieure. On les expose dans des tubes clos, à la même température et à l'obscurité, et l'on analyse l'atmosphère qui les entoure au bout d'un certain temps. Voici quelques résultats :

		CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
Rhamnus alaternus	A	6,72	7,72
	B	10,09	11,40
Bupleurum fruticosum	A	3,89	3,46
	B	4,63	6,14
Nerium Oleander	A	3,38	4,64
	B	4,03	5,04

(1) Ces recherches ont été réalisées au lycée Louis-le-Grand.

(2) Unger, *Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss. Wien*, 1857, XXV.

(3) Sachs, *Physiologie végétale* (trad. française), p. 266 et suiv. Genève, 1868.

(4) Merget, *Comptes rendus*, février 1877, août 1878.

(5) Boussingault, *Sur les fonctions des feuilles* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1868).

» On voit que les feuilles A, couvertes de vaseline à la face inférieure et dont les stomates sont bouchés, fournissent, toutes choses égales d'ailleurs, des échanges gazeux notablement moindres que les feuilles B dont les stomates sont libres.

» La vaseline étant imperméable aux gaz, on peut objecter que l'atténuation des échanges est due, non à la fermeture des stomates, mais à la suppression de la perméabilité de la face inférieure. Pour écarter cette objection, j'emploie maintenant comme vernis la gélatine à 10 pour 100, qui est liquide à 30° et qu'on peut facilement étaler au pinceau (les expériences qne j'ai commencées sur la perméabilité des membranes ayant montré qu'une couche de cette substance, épaisse de 1^{mm}, possède une perméabilité bien supérieure aux surfaces cutinisées). Dans le Tableau suivant, A représente les feuilles gélatinées à la face inférieure, B celles qui n'ont pas de gélatine ou sont recouvertes seulement à la face supérieure.

		CO^2 dégagé pour 100.	O absorbé pour 100.
Pommier	A	9,26	12,12
	B	11,58	14,91
Poirier	A	11,43	12,92
	B	16,03	20,13
Iris	A	7,60	9,81
	B	10,74	15,26
Fusain du Japon	A	4,35	5,27
	B	5,58	6,67

» L'occlusion des stomates a donc pour effet d'atténuer les échanges gazeux respiratoires dans une proportion qui varie de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{3}$. Les différences ne sont pas toujours aussi nettes que dans les résultats ci-dessus. Avec les feuilles de Houx, de Fusain du Japon, de Lierre, exposées à de basses températures (inférieures à 10°), l'occlusion des stomates ne modifie pas sensiblement l'intensité des gaz échangés, parce que, dans ces conditions, la perméabilité des membranes est suffisante pour laisser pénétrer la faible quantité de gaz nécessaires à la respiration; mais, si l'on accélère le phénomène respiratoire en élevant la température, la fermeture des stomates provoque une diminution des gaz échangés, car la perméabilité des membranes demeurant constante, ainsi que je l'ai montré ([1]), devient dès lors insuffisante.

([1]) *Comptes rendus*, 20 juin 1887.

b. Influence de l'occlusion des stomates sur le phénomène chlorophyllien. — Deux feuilles semblables, l'une A enduite de gélatine à la face inférieure, l'autre B libre ou couverte de gélatine à la face supérieure, sont placées dans des tubes renfermant un mélange connu d'air et d'acide carbonique. Les feuilles étant exposées au soleil par leur face supérieure, on dose, après une exposition plus ou moins longue, l'atmosphère entourant chaque feuille.

		CO^2 disparu pour 100.	O dégagé pour 100.
Ligustrum vulgare	A	1,92	1,92
	B	6,26	6,51
Evonymus Japonicus	A	3,28	3,20
	B	6,66	8,04
Bupleurum fruticosum	A	4,91	5,07
	B	7,83	9,43

» Les feuilles A à stomates bouchés décomposent, toutes choses égales d'ailleurs, *deux ou trois fois moins d'acide carbonique* que les feuilles B à stomates libres. M. Boussingault, en opérant sur des feuilles de Laurier rose, de Laurier cerise, de Peuplier, etc., a trouvé des résultats différents; cela tient, sans doute, à ce qu'il comparait toujours deux feuilles éclairées, l'une par sa face inférieure, l'autre par sa face supérieure, et placées, par suite, dans des conditions inégales.

» *Conclusion.* — On peut conclure des chiffres qui précèdent :

» *Les stomates sont indispensables à la circulation des gaz chez les plantes aériennes; l'occlusion de ces orifices provoque une diminution plus ou moins forte des échanges gazeux respiratoires et très considérable des échanges gazeux chlorophylliens.* »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des coins libériens des Bignoniacées.* Note de M. **Maurice Hovelacque**, présentée par M. Duchartre.

« Les tiges des Bignoniacées grimpantes présentent souvent des coins libériens qui s'enfoncent, plus ou moins profondément, dans la couronne ligneuse secondaire. Pour expliquer cette anomalie, on dit que la zone cambiale produit presque exclusivement du bois sur les côtés des coins, alors que, au fond de ceux-ci, elle donne presque uniquement du liber. Cette explication ne rend compte ni des rapports des tissus ligneux et libériens le long des bords des encoches, ni de la manière dont le liber,

formé dans celles-ci, peut en sortir sans cesser de tenir aux tissus voisins. Dès 1847, Mettenius avait cherché à compléter cette explication. Il crut remarquer que le liber des coins était séparé du bois qui borde l'encoche par de petites fentes radiales, le long desquelles glissait le liber pour sortir de l'encoche. Or, en examinant de nombreux échantillons frais ou conservés dans l'alcool, on reconnaît que les fentes, signalées par Mettenius, n'existent qu'exceptionnellement et que le liber du coin tient, de chaque côté, au bois qui le borde. Il était donc nécessaire de reprendre l'étude de la formation des coins libériens; c'est ce que nous avons entrepris, en suivant cette formation dans les genres *Bignonia*, *Melloa, Cuspidaria, Clystostoma*, *Amphilophium*, *Pithecoctenium* et *Pandorea*.

» Les premiers coins libériens de la tige des Bignoniacées apparaissent dans les plans médians des quatre faisceaux réparateurs. Les coins de seconde formation, au contraire, se montrent dans les plans médians des faisceaux sortants; ce sont les seuls qui existent chez le *Pandorea jasminoïdes*. Au début de la formation d'un coin libérien, les cellules cambiales du milieu de l'encoche ne produisent guère que du liber; inversement, les cellules cambiales des côtés du coin fournissent surtout du bois; entre ces deux points, les cloisons qui partagent les éléments de l'assise génératrice s'inclinent légèrement vers le fond du coin. Ces portions inclinées de la zone cambiale suffisent pour maintenir la liaison de ses parties médiane et marginales. En continuant à se produire au niveau de l'encoche, le liber paraît s'enchâsser, de plus en plus profondément, dans la masse ligneuse, sans tiraillements, sans rupture des tissus. Cette disposition s'observe au début de tous les jeunes coins et sur les bords des coins âgés, dans lesquels le raccord est très large.

» Pour expliquer la formation des coins pénétrant à angle droit, considérons le bord gauche d'un coin et les trois files cellulaires radiales consécutives, entre lesquelles va se produire l'enfoncement du bord. Appelons *b* la cellule cambiale qui, dans la file gauche B, produit exclusivement du bois; *l* désignera, dans la file droite L, la dernière cellule cambiale qui produit exclusivement du liber. Soit R la cloison qui réunit, au début, les cellules *b* et *l*, à travers la file intermédiaire. Dans celle-ci, la cloison R sépare une cellule supérieure S et une cellule inférieure I. Dans les premiers temps, les cloisons tangentielles, qui apparaissent dans la cellule *b*, se localisent entre le bois et le point d'attache gauche de la cloison R. De même, les cloisons tangentielles, qui se montrent dans la cellule *l*, sont localisées entre le liber et le point d'insertion droit de cette cloison. Les

nouveaux éléments, formés dans les files B et L, écartent les points d'attache de la cloison R, qui devient oblique; son extrémité gauche est relevée vers l'extérieur, tandis que son insertion droite reste fixe et sert d'axe de rotation pour la cloison R. Les cellules S et I, qui ont alors grandi, séparent le liber du coin (file L) de son bord ligneux (file B). Lorsque ces cellules sont suffisamment grandes, elles se divisent par des parois dirigées presque normalement à la bissectrice de l'angle formé par la cloison R avec les files B et L. Bientôt, la direction initiale de ces parois est modifiée, par suite de l'addition de nouvelles cellules ligneuses et libériennes dans les files B et L; ces parois sont relevées vers le coin libérien, c'est-à-dire vers la droite. Les éléments qu'elles limitent s'étirent dans cette même direction et se divisent à leur tour.

» Les nouveaux éléments, issus de la cellule S, s'ajoutent à la gauche du liber; ce sont des éléments parenchymateux étirés radialement et, parfois, quelques éléments libériens moins réguliers que ceux des files voisines. Les produits de la cellule I, situés à gauche et au fond du coin, consistent en éléments parenchymateux, contigus au bord droit du bois. Ne se produisît-il que du liber dans la file L, que du bois dans la file B, le coin peut s'approfondir, le rayon s'épaissir, et le liber s'éloigner du fond du coin, sans cesser de tenir aux côtés de l'encoche.

» Mais la cellule cambiale *b* produit, de temps à autre, un élément libérien; la cloison tangentielle, qui forme cet élément, apparaît entre le bois et l'attache de la cloison R. Il se forme alors une cloison de raccord R′, qui est parallèle à la portion de la cloison R, attachée au nouvel élément libérien, et qui réunit la nouvelle cellule cambiale *b* à la partie non modifiée de la cloison R. Les éléments compris entre le liber et la cloison R s'ajoutent au liber. Ainsi s'opère la jonction si parfaite du liber du coin, à mesure qu'il sort de l'encoche, avec le nouveau liber des côtés du coin. De même, quand la cellule cambiale *l* produit, vers l'intérieur, des éléments ligneux, la zone cambiale se déplace, vers l'extérieur, parallèlement à elle-même; toutes les cellules comprises entre l'ancienne surface du bois et la cloison R lignifient leurs parois et s'ajoutent au bois.

» De cette manière, la masse du coin libérien croît sans cesser d'être attachée au bois qui le borde. Le bois ajouté au fond du coin tient au bois des côtés. Le liber nouvellement produit sur les côtés du coin se continue avec le liber, plus ancien, de la masse du coin. Le rayon limite croît en épaisseur.

» Dans les coins libériens dits en escalier, les mêmes faits se produisent à chaque élargissement.

» La courbure des zones mécaniques et l'écrasement des zones molles intermédiaires sont dus à l'accroissement tangentiel et non pas à une plus grande activité de la partie moyenne de la zone génératrice du coin. Quand le coin a une certaine profondeur, il est soumis à des tractions tangentielles égales, de sens contraire, agissant symétriquement de chaque côté de la bissectrice du coin; ces tractions s'équilibrent et provoquent l'élargissement tangentiel du coin. D'autres tractions sont appliquées aux lames fibreuses du coin et dirigées vers les gros massifs libériens primaires, situés de chaque côté de l'encoche. Ces forces, symétriques deux à deux, mais non directement opposées, ont une résultante dirigée suivant la bissectrice du coin et vers l'extérieur. Elles ont pour effet de tirer en dehors de l'encoche la masse libérienne, dans sa région moyenne. Mais, les bords du coin libérien étant attachés aux côtés de l'encoche ligneuse, une troisième série de tractions, agissant symétriquement par rapport à la bissectrice, a pour effet de retenir les bords du coin vers l'intérieur. Il en résulte que les lames fibreuses du coin libérien, tirées sur la bissectrice alors qu'elles sont retenues sur les bords de l'encoche, prennent une forme convexe vers l'extérieur, en écrasant, entre elles, les zones libériennes molles qui les séparent. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'invasion du* Coniothyrium Diplodiella *en* 1887. Note de MM. G. **Foex** et L. **Ravaz**, présentée par M. Duchartre.

« L'attention des viticulteurs méridionaux a été attirée cette année sur une maladie nouvelle qui a atteint les vignes d'une grande partie de la région méditerranéenne. Cette maladie se manifeste par la dessiccation des raisins. Les grappes atteintes présentent un certain nombre de grains sur lesquels se montrent de petites taches livides. Ces taches s'accroissent avec rapidité et les tissus de la baie sont bientôt entièrement envahis. En même temps que l'altération progresse, de nombreuses petites pustules de couleur saumon, formées par les fructifications (pycnides) du *Coniothyrium Diplodiella* (*Phoma Diplodiella; Phoma Briosii*) Sacc., se montrent à la surface. Bientôt après les grains se flétrissent et se dessèchent, en prenant un aspect chagriné résultant du relief de ces pustules. Des altérations sem-

blables à celles que nous venons de décrire se présentent aussi sur le pédoncule et sur les pédicelles de la grappe; elles précèdent, dans la plupart des cas, celles des grains. Leur coloration est d'un brun plus ou moins foncé. Elles s'étendent assez rapidement sur tous les tissus environnants et finissent par envahir les grains, sur lesquels elles se manifestent tout d'abord, presque toujours, au point de leur insertion sur le pédicelle.

» Les lésions du pédoncule sont fréquemment assez importantes pour déterminer la chute de la grappe, lorsqu'elles se produisent sur des cépages à rafle tendre, tels que l'Aramon. Dans tous les cas, elles entraînent la dessiccation de la partie de la grappe ou des grains qui sont situés au delà. Certaines vignes d'Aramon, placées dans les alluvions du Vidourle, près de Sommières (Gard) et dans la plaine de Ganges (Hérault), ont perdu toute leur récolte. Les grappes jonchaient le sol comme si elles avaient été détachées intentionnellement. L'altération du pédoncule paraît être la cause principale du dommage porté aux récoltes.

» Sur deux points : à Bollène (Vaucluse), à Laudun et Bagnols (Gard), nous avons constaté les mêmes lésions sur les sarments. Elles paraissent se manifester sur ces organes lorsque les tissus ne sont pas encore lignifiés; aussi est-ce le Grenache, dont l'aoûtement est tardif, qui est le plus atteint. La Clairette et la Carignane sont moins fréquemment attaquées. Il est rare que l'altération se manifeste sur un point quelconque de l'entre-nœud; dans la plupart des cas, elle se propage du pédoncule vers son point d'insertion sur le rameau. Elle envahit bientôt toutes les parties avoisinantes et s'étend tantôt régulièrement tout autour du sarment, tantôt sur une bande longitudinale plus ou moins large. Dans le premier cas, il se forme au-dessus de la partie atteinte un fort bourrelet de tissus cicatriciels; puis les feuilles prennent une coloration rougeâtre, tombent, et le sarment se dessèche. Les tissus altérés présentent tout d'abord une coloration noirâtre; mais bientôt les pustules que nous avons signalées sur les grains se montrent à leur surface et leur donnent un aspect gris terreux. Ces pustules se développent surtout à la surface de l'écorce; elles prennent aussi naissance sur les parties altérées du bois. Dans ce cas, l'écorce se soulève et se détache en lanières.

» Le *Coniothyrium Diplodiella,* qui avait été signalé en 1879, en Italie, par M. Spegazzini; en 1885, dans l'Isère, par M. Viala et l'un de nous; l'année dernière, en Vendée, par MM. Prillieux et Marsais, a pris cette année une extension très considérable dans le midi de la France. Nous en avons constaté la présence dans les départements de l'Aude, de l'Hérault,

du Gard, de Vaucluse, de l'Ardèche, de la Drôme, de l'Isère, du Rhône, de l'Ain, et, en Suisse, dans les cantons de Genève et de Vaud. On l'a signalé, en outre, en Italie, en Vendée et dans plusieurs départements du sud-ouest. Toutefois, les dommages qui ont accompagné l'invasion de ce Champignon ne paraissent pas avoir été bien considérables, sauf dans les quelques localités du Gard et de l'Hérault signalées précédemment.

» Aucun des faits observés cette année n'a permis de trancher d'une manière définitive la question controversée de savoir si le *C. Diplodiella* doit être considéré comme parasite ou comme saprophyte, ou s'il peut jouer alternativement ces deux rôles suivant les circonstances. Des expériences de culture, actuellement commencées à l'École d'Agriculture de Montpellier, nous permettront probablement bientôt de nous éclairer sur ce point. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux de la pépérite du puy de la Piquette.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les pépérites de la Limagne constituent, parmi les diverses assises dont se compose le miocène de cette région, celle qui a, depuis longtemps, le plus attiré l'attention des minéralogistes et des géologues. On sait, grâce aux travaux d'Alphonse Julien, que ces roches, auxquelles on donne souvent le nom de *wackes basaltiques*, font, avec les calcaires à Phryganes, partie de la puissante formation à *Helix Ramondi*, intercalée entre les couches à *Lymnæa pachygaster* et à *Planorbis cornu*, à la partie inférieure, et les assises à *Melania aquitanica*, qui la recouvrent.

» Je ne me place, dans le présent travail, qu'au point de vue minéralogique. . . . .

» Lecoq et Bouillet ont donné (*Vues et Coupes des principales formations du département du Puy-de-Dôme*) une description lithologique de la wacke du puy de la Piquette, qu'ils désignent sous le nom de *pépérite bleuâtre*. Ils ont reconnu que cette roche, de densité 2,2 à 2,3, fait effervescence avec les acides, et fond assez facilement au chalumeau en un émail d'un brun noir; elle renferme des fragments de basalte, des scories noires très celluleuses, de petits cristaux de hornblende, des nodules de calcaire à Phryganes et des cristaux de mésotype. Les auteurs des *Vues et Coupes* font mention de fragments de bois charbonné inclus dans la pépérite, et qu'entoure une croûte de mésotype fibro-lamellaire. Ils ont reconnu également

que les nodules de calcaire empâtés dans cette même roche, et dont le volume dépasse parfois celui de la tête, renferment, plus abondamment même que la pépérite, de la mésotype en cristaux isolés ou en masses cristallines à faisceaux radiés. En revanche, ils ne semblent pas avoir remarqué la présence d'un autre minéral, fort intéressant par lui-même et par ce gisement, l'apophyllite, fréquente au sein des nodules ou rognons calcaires, soit dans les cavités de la pierre, soit dans les tubes de Phryganes qu'elle renferme.

» Ce ne fut qu'en 1832, deux ans après la publication des *Vues et Coupes*, que cette espèce, qui se trouve cependant, à la Piquette, en cristaux parfaitement visibles, fut découverte par le naturaliste Launoy, d'après Bouillet, et par M. de Laizer, d'après Dufrénoy.

» Quoi qu'il en soit de l'auteur de cette découverte, l'apophyllite du calcaire de la Piquette (car il est à remarquer que la pépérite ne paraît pas en contenir) se présente en jolis petits cristaux de la forme $m(110)$, $p(001)$ $a^1(101)$, d'un blanc nacré, translucides en partie; ils semblent avoir, de même que ceux des environs d'Anssig et de Schreckenstein, déjà subi un commencement d'altération, et peuvent être regardés comme une albine. Souvent les cristaux d'apophyllite seuls sont réunis en petites druses dans les vacuoles du calcaire ou dans les tubes des Phryganes; souvent aussi ils y sont associés à de petites gerbes ou faisceaux radiés de cristaux de mésotype, toujours fort nets; d'ordinaire alors, ils les recouvrent ou sont traversés par eux, ce qui implique une formation ultérieure. C'est un fait analogue à celui que j'ai observé au puy de Marman, où la mésotype est parfois recouverte, indépendamment de sphéroïdes de calcite, de petits cristaux de phacolite et de christianite; seulement, dans ce dernier cas, la mésotype était visiblement altérée et paraissait avoir cédé une partie de ses éléments constituants aux deux espèces minérales qui avaient pris naissance ultérieurement; tandis que, dans le calcaire du puy de la Piquette, la mésotype conserve sa netteté primitive.

» A ces deux minéraux, de formation médiate, je dois en ajouter un troisième que j'ai eu récemment occasion d'observer dans une visite que j'ai faite au puy dont il est ici question, en compagnie d'un minéralogiste de Clermont-Ferrand, le Frère Adelphe, des Frères de la Doctrine chrétienne : je veux parler de l'analcime.

» Ce minéral, bien que communément associé à la mésotype et de composition analogue, ne se trouve que fort rarement dans les roches éruptives du Puy-de-Dôme. La collection Lecoq, si riche en belles géodes

de mésotype du puy de Marman, du puy de la Piquette, de la tour de Gevillat, de Cournon, etc., ne renferme que trois ou quatre échantillons d'analcime. Cependant, dès 1828, M. de Kleinschrod l'avait signalée dans le tuf trappéen (pépérite bitumineuse) de Pont-du-Château. Constant Prévost l'observa, en 1833, dans le phonolite de la Tuilière. Aujourd'hui, malgré une exploitation assez active du basalte du puy de Marman, pour l'entretien de la route de Clermont-Ferrand à Issoire, c'est à peine si l'on rencontre quelques rares et médiocres spécimens de cette espèce, à laquelle les travaux des cristallographes modernes ont donné un intérêt si marqué. De plus, l'analcime de Marman se trouve en druses séparées des géodes de mésotype.

» Par opposition à l'apophyllite, l'analcime de la Piquette ne paraît pas se trouver dans le calcaire à Phryganes, mais bien exclusivement dans la pépérite. C'est sur la partie du puy qui regarde le village du Crest que je l'ai observée. Certains blocs de cette pépérite, très celluleux, et passant même à une véritable amygdaloïde, sont, dans les vacuoles et sur les fissures de la roche, littéralement saupoudrés d'un précipité cristallin de petits trapézoïdes laiteux, subtranslucides, d'un éclat vif et nacré à l'égal de celui de l'apophyllite. On en reconnaît aisément la forme à la loupe. Ils sont parfois associés à la mésotype dans la même vacuole.

» Enfin, pour compléter l'énumération des minéraux, soit de seconde formation, comme les zéolithes précédentes, soit purement accidentels et à l'état de fragments inclus dans la pépérite de la Piquette, j'ajouterai que j'y ai remarqué de petites lamelles de feldspath, autour desquelles se sont accumulés les cristaux d'analcime, ainsi qu'un diallage vert accompagné de mica bronzé. »

GÉOLOGIE. — *Extension du terrain carbonifère à l'ouest de l'Hérault. Considérations stratigraphiques générales.* Note de M. **P.-G. de Rouville** (1), présentée par M. Hébert.

« Le terrain *carbonifère* se maintient jusqu'au sud de Saint-Nazaire dépourvu de tout polymorphisme.

» Ses conglomérats à lydienne, fins ou grossiers, ses grès ternes avec impressions de plantes, ses calcaires se présentent avec leurs caractères

(1) *Voir* la Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 31 octobre, p. 820.

habituels, disséminés sur le schiste silurien; une traînée de poudingues à lydienne, réduits souvent à de gigantesques blocs, jonche le sol d'espace en espace, témoignant de dénudations et d'ablations considérables; un pli synclinal, en aval de Saint-Nazaire, semble avoir retenu les divers termes de cette formation habituellement dispersée; conglomérats, grès, calcaires s'y rencontrent ramassés sur une surface étroite exceptionnellement favorable à l'étude, mais toujours profondément encastrés dans les schistes qui les supportent.

» Les terrains *houiller* et *permien* disparaissent vers l'ouest sous le diluvium et les terrains plus jeunes au sud de Laurens.

» Les relations stratigraphiques du dévonien occidental de l'Hérault, sous sa forme des Crozes, avec le silurien, me paraissent dignes d'être mentionnées; elles sont de deux sortes : les unes très nettes, quand une dislocation a provoqué des discordances accompagnées souvent de brouillage (Marso avec conglomérat de frottement, Poussarou, Ferrals avec redressement énergique et trituration des couches les moins résistantes); les autres confuses et parfois comme impossibles à saisir (la Salle, Colfumat, mais surtout Malviès, au sud d'Olasgues, où il y a comme soudure intime entre les schistes verdâtres ou violacés et leur support). Les couches à *Cardiola interrupta* faisant complètement défaut, c'est sur les schistes à faune seconde que reposent les termes dévoniens; la nature similaire des roches, jointe à la difficulté souvent très grande de saisir le vrai plongement des schistes, a pu créer des confusions favorisées d'ailleurs par l'absence d'aucune couche conglomératique entre les deux. Cette absence, jointe à celle des fossiles, amène une certaine obscurité sur la détermination rigoureuse de l'extrême base du dévonien. J'ai cru devoir la fixer à la première apparition de l'élément calcareux dans les schistes sous la double forme de cordons ou de lopins, que la lydienne et les schistes troués accompagnent, du reste, en beaucoup de cas.

» Enfin, il serait intéressant de porter plus loin, si possible, l'analyse stratigraphique des divers horizons que peut présenter le massif paléozoïque.

» Le carbonifère, fidèle à lui-même, y offre, comme à Cabrières, les étages du culm et de Visé.

» Pour ce qui est du dévonien, les goniatites de la Matte et celles des Crozes nous autorisent, tout au moins, à y reconnaître les couches à clyménies et les schistes de Matagne.

» Quant aux autres assises demeurées jusqu'ici muettes, celles, si puis-

santes, du nord de Causses et les schistes et les quartzites verdâtres de Poussarou, elles présentent suffisamment d'étoffe pour représenter jusqu'à des couches profondes du rhénan (quartzite du Plougastel?); mais aucune affirmation n'est jusqu'à présent possible à cet égard.

» Les schistes siluriens ne m'ont présenté nettement ni l'horizon du Glanzy (Caradoc) ni l'armoricain de Monrèze; les seules zones fossilifères reconnaissables sont celles des gâteaux et des nodules, naturellement limitées, en haut, par l'*orthis acteoniæ*, en bas, par les *vexillum* et les *dinobolus*. Le reste de la masse schisteuse, dont les flancs ont été si heureusement ouverts par les travaux du chemin de fer de Bédarieux à Saint-Pons, pourra nous donner un jour la faune première, à moins toutefois que la granulite, en modifiant la roche, n'ait fait disparaître tout vestige organique.

» *Nota.* — Certaines circonstances m'amèneraient à la conception de deux horizons pour les schistes de Cassagnolles, du pont de Bax, de la région de Bauzille, etc., dont j'ai parlé à la page 821 : l'un beaucoup plus siliceux à surfaces talcoïdes, grossièrement ardoisier et peu tourmenté, alternant avec des bancs de grès durs micacés qui font saillie sous forme de crêtes ou de becs élancés (Montatruc près Serlous, région de Saint-Beauzille au sud de Corniou); le second, le vrai type des schistes à faune seconde de Cabrières, argileux, froissés, vernissés, vermiculés, le plus souvent en contact par faille avec le premier; l'horizon siliceux supporterait directement le dévonien, et offrirait avec lui les relations de soudure dont j'ai parlé plus haut. Il s'offrirait dans cette même situation, au nord de Cabrières, en dessous des schistes cariés et à lopins calcaires du Casagnas. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les Stigmarhizomes*. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Sous le nom de *Stigmarhizomes* nous avons désigné des *Stigmaria* représentant une forme de Sigillaires ayant vécu complètement plongée dans l'eau. Parmi ces Stigmarhizomes, les uns ont conservé leur mode de végétation et sont restés indépendants; les autres, dans des conditions favorables, ont pu donner naissance à des troncs aériens de Sigillaires. L'existence des Stigmarhizomes ayant été contestée de divers côtés, nous croyons utile de revenir sur cette question pleine d'intérêt.

» Aux environs de Dracy-Saint-Loup, près d'Autun, nous avons ren-

contré, dans un banc de grès renfermant de nombreuses lentilles silico-calcaires, un véritable champ de *Stigmaria*, les uns à l'état d'empreinte dans le grès, les autres à l'état silicifié avec leur structure interne conservée. Les uns et les autres sont munis de leurs appendices, par conséquent ils sont encore en place.

» Voici la description sommaire de l'un des échantillons, que nous désignerons sous le nom de *Stigmaria flexuosa*.

» Le tronc du *Stigmaria*, légèrement aplati, mesure 6^{cm} à 7^{cm} de diamètre. En le dégageant du bloc silico-calcaire où il était inclus, le corps seul du *Stigmaria* a été retiré; les appendices sont restés noyés dans la masse extérieure.

» A la surface on remarque une série de cicatrices petites, parfaitement circulaires, présentant un diamètre total de $2^{mm},5$; au centre de chaque cicatrice on reconnaît facilement la cicatricule vasculaire qui mesure $0^{mm},5$, entourée par une assise corticale épaisse de $0^{mm},8$ environ.

» Les cicatrices sont placées sur deux lignes spirales croisées, faisant entre elles un angle d'environ 65° et distantes de 8^{mm} à 9^{mm}. Comme elles sont disposées en quinconce, les losanges qui en résultent mesurent, suivant la petite diagonale, 9^{mm} et, suivant la grande, 15^{mm} à 16^{mm}.

» Les appendices sont cylindriques, sub-coniques à l'extrémité, qui vient s'articuler à la cicatrice placée dans une dépression de l'écorce; leur diamètre, pris à 2^{cm} ou 3^{cm} de leur point d'insertion, est de 5^{mm}; ils atteignent plusieurs décimètres de longueur et se bifurquent deux ou trois fois à leur extrémité périphérique; un faisceau vasculaire unique les parcourt dans toute leur étendue.

» L'écorce est formée de plusieurs parties : l'une interne, très épaisse, lacuneuse, n'a pas été conservée; l'autre, plus externe, d'aspect réticulé, mesure à peine 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur; elle est marquée de dépressions régulièrement disposées, au fond desquelles se trouvent les cicatrices, comme il a été dit.

» Sur une coupe tangentielle, cette partie de l'écorce paraît formée de cellules allongées, fusiformes, à parois minces et ornées de réticulations; ces cellules sont alignées en séries radiales, ondulées, qui se soudent et s'écartent entre elles. De là résulte l'aspect réticulé que l'on remarque à la surface; les mailles des réseaux sont remplies par des cellules polyédriques, irrégulières, à sections sub-rectangulaires, de grandeurs inégales, à parois minces et également réticulées.

» La partie centrale du tronc de *Stigmaria* est occupée par un cylindre

ligneux à section elliptique, mesurant 26^{mm} suivant le grand axe et 8^{mm} suivant le petit. Les différentes sections faites dans son tissu montrent la coloration brun foncé, les éléments contractés, aplatis, plissés, tels qu'on les observe dans les bois transformés en lignite, et laissent supposer que la silicification n'a eu lieu qu'après cette transformation préalable des tissus.

» Le cylindre ligneux est formé, sans qu'on puisse émettre le moindre doute à cet égard, de *deux* parties distinctes, l'une *centrifuge*, composée de lames rayonnantes de trachéides rayées, séparées par des rayons médullaires, l'autre *centripète*, constituée par des faisceaux *lunulés* assez développés, rappelant par leur *disposition*, leur *forme*, leur *constitution*, ceux que nous avons décrits dans les tiges de Sigillaires *aériennes*, munies de leurs cicatrices foliaires.

» La légère différence que l'on peut y signaler, c'est qu'ils se soudent par leurs bords amincis et forment une sorte de couronne continue, festonnée en dedans.

» Les cordons vasculaires qui se dirigent à travers le bois centrifuge vers les appendices sont nombreux; ils aboutissent dans l'intervalle des deux bois, exactement comme dans les tiges de Sigillaires aériennes, c'est-à-dire en face de la région *médiane* extérieure d'un faisceau centripète. Le bois rayonnant ou centrifuge du cordon se développe beaucoup plus rapidement que dans le cas des cordons des tiges aériennes; aussi, à leur sortie du cylindre ligneux et dans leur course longitudinale à travers le tissu parenchymateux de l'écorce, la distinction des deux bois est absolument nette. Le bois centripète, disposé sans ordre, offre une section transversale triangulaire dont la pointe est tournée du côté de l'*axe* du tronc, et la base, formée des éléments les plus fins, est dirigée vers la *périphérie;* de cette base partent les lames de bois centrifuge disposées en éventail et formées d'éléments parfaitement lignifiés et distincts.

» Dans cette courte Note, nous ne pouvons entrer dans les détails de structure qui seront exposés ailleurs; mais l'organisation du *Stigmaria flexuosa,* telle que nous venons de l'exposer succinctement, se rapproche tellement, si l'on ne considère que le cylindre ligneux central et les cordons vasculaires qui en partent, de l'organisation du cylindre ligneux et des cordons foliaires des Sigillaires silicifiées, à écorce lisse et portant des cicatrices déterminables, qu'il est impossible de considérer ce *Stigmaria* comme une *racine* de Sigillaire; par conséquent, on est amené à le regarder comme une véritable tige. Mais, d'un autre côté, la forme des cica-

trices parfaitement caractéristiques, celle des appendices qui sont encore attachés, la structure du cordon vasculaire qui les parcourt en font certainement un *Stigmaria*. . . . .

» Nous regardons donc cet échantillon comme une preuve irréfutable de l'existence de Sigillaires non aériennes, ayant vécu dans la vase ou dans l'eau, forme que nous avons désignée depuis longtemps sous le nom de *Stigmarhizome*. »

PHYSIOLOGIE. — *Action du système nerveux sur la production de la salive.* Note de M. JUDÉE.

« Tout le monde sait que, si l'on pique la partie la plus large du quatrième ventricule, on produit une exagération de la sécrétion salivaire normale.

» Personne n'ignore aussi : 1° que l'irritation du bout périphérique du nerf lingual ne donne lieu à aucun phénomène, tandis que celle de son bout central détermine une sécrétion abondante de salive; 2° qu'en opérant de la même façon sur le glosso-pharyngien, le pneumo-gastrique, on arrive aux mêmes résultats.

» C'est encore un fait parfaitement acquis à la Science qu'après sa section l'irritation du bout central de la corde du tympan n'amène aucun phénomène, que, par contre, celle de son bout périphérique produit un afflux considérable de salive.

» En présence de ces faits et de ce que j'ai été à même de dire antérieurement sur le mode d'action des centres nerveux, il me paraît bien difficile de ne pas admettre que la production de la salive normale ne soit pas sous la dépendance d'un centre médullaire agissant sur la tonicité des acini dont se compose la glande salivaire pour en détruire l'action, de façon à permettre la production de la salive normale, centre dont les nerfs afférents visibles seraient représentés par le lingual, le glosso-pharyngien et le pneumo-gastrique, le nerf efférent par la corde du tympan.

» Ce premier fait une fois constaté, coupez, sur un animal quelconque, comme l'a fait le premier Cl. Bernard, la corde du tympan, puis irritez le ganglion sous-maxillaire et vous ne tarderez pas à voir la glande salivaire devenir turgescente et sa sécrétion s'accroître à ce point que ce célèbre physiologiste en avait conclu que ce ganglion devait être considéré comme un centre réflexe.

» Quelle conclusion à tirer de cette nouvelle expérience, sinon que, si le centre médullaire est indispensable à la production des phénomènes d'inhibition, ce n'est pas lui cependant qui en est le réel producteur, mais bien le centre périphérique représenté dans le cas présent par le ganglion sous-maxillaire.

» Jusqu'à preuve du contraire je regarde donc comme absolument nécessaire à la production des phénomènes d'inhibition, sans lesquels il n'y a pas de sécrétions normales possibles, l'intervention de deux centres nerveux, l'un médullaire, le second périphérique, reliés entre eux par un filet nerveux constitué présentement par la corde du tympan. Le premier de ces centres ne doit être considéré, en principe, que comme une sorte de centre de commandement par rapport au second, chargé simplement de l'exécution des ordres donnés par le premier.

» Il me reste à examiner maintenant si les choses ne se passent pas de la même façon pour les phénomènes excito-moteurs ou de tonicité dont la glande salivaire est le siège : cela me paraît indiscutable depuis les nouvelles recherches de MM. Vulpian et Gley sur les phénomènes auxquels donne lieu l'irritation du bout central du nerf sciatique et je vais essayer de le démontrer. Mais, avant de le faire, je crois utile de rappeler, pour mieux comprendre ce qui va suivre, qu'il y a, au moins pour la salive, deux espèces de sécrétions, celle qui se produit par suite de l'action du système nerveux de relation sur la glande salivaire et celle due à l'action du grand sympathique sur cette glande. La première de ces sécrétions est produite par la dilatation des éléments primitifs dont elle se compose : c'est la salive dite *normale*. Celle dite *sympathique* est le résultat de leur contraction par suite de l'action du grand sympathique sur ceux-ci.

» Cela dit, je crois pouvoir entrer dans le cœur de la question.

» Le professeur Vulpian coupe la corde du tympan, tout en laissant subsister le ganglion cervical supérieur, et il constate que l'irritation du bout central du nerf sciatique produit une salivation abondante, comme si la corde du tympan n'avait pas été coupée. Seulement, dans ce cas, ce n'est pas de la salive normale qui s'écoule de la glande, mais une salive épaisse, visqueuse, filante, autrement dit de la salive sympathique.

» D'une autre part, M. le D[r] Gley enlève le ganglion cervical supérieur sans toucher à la corde du tympan, puis, comme le professeur Vulpian, il irrite le bout central du nerf sciatique et il remarque que cette irritation détermine une sécrétion abondante de salive. Seulement, cette fois, la salive, au lieu d'être sympathique, se trouve normale.

» Quant à moi, il n'y a qu'une façon d'expliquer ces faits extrêmement curieux ; la voici :

» Dans l'expérience du professeur Vulpian, l'irritation du bout central du nerf sciatique est d'abord transmise au centre médullaire, à celui que, faute de mieux, nous avons désigné sous le nom de *centre de commandement*. Celui-ci réagit au moyen d'un filet nerveux allant de ce centre au ganglion cervical supérieur sur ce dernier, de manière à produire, par suite de la contraction des acini dont se compose la glande salivaire, la salive dite *sympathique*.

» Dans celle de M. le D[r] Gley, l'irritation du bout central du nerf sciatique ne pouvant plus être transmise au ganglion cervical supérieur, puisque celui-ci a été détruit, est transmise par l'intermédiaire de la corde du tympan au centre phrénateur périphérique, qui, dans le cas présent, n'est autre que le ganglion sous-maxillaire. De là écoulement d'une salive semblable à celle produite normalement par la glande salivaire.

» Comme pour la production des phénomènes d'inhibition, l'intervention de deux centres nerveux réunis par un filet nerveux, l'un médullaire, l'autre périphérique, est donc nécessaire pour la production de ceux dits *excito-moteurs* ou de *tonicité*, puisque, sans leur intervention, il serait impossible d'expliquer d'une façon logique les faits extrêmement curieux que MM. Vulpian et Gley ont été à même d'observer en agissant, dans des conditions parfaitement déterminées, sur le bout central du nerf sciatique.

» En définitive, il résulte de tout ce qui précède que la production des deux espèces de salive dont on constate l'existence, soit chez l'homme, soit chez les animaux, est due à l'action exercée, au moyen des filets nerveux, par un premier centre médullaire dit *de commandement*, tantôt sur un second périphérique, tantôt sur un autre de même nature. Lorsque le centre périphérique est appelé à annihiler la tonicité des éléments primitifs qui entrent dans la composition de nos glandes, je lui donne le nom de *centre périphérique de phrénation*. Je désigne sous le nom de *centre périphérique excito-moteur* ou de *tonicité* celui qui est destiné à l'augmenter. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur l'emploi du sulfibenzoate de soude dans le pansement des plaies comme agent antiseptique.* Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. Ad. Chatin.

« En 1878 et 1879 [*Comptes rendus*, 22 octobre 1887, et *Mémoire sur la germination* (Académie des Sciences de Bruxelles, 1879)], je signalais à l'attention des botanistes ce fait, en apparence sans portée, que les *huiles essentielles*, l'*acide sulfureux* et le *benzoate de soude* en solution dans l'eau, sont capables de suspendre ou même d'arrêter, suivant les doses, la germination des graines. A cette époque, c'était un fait à enregistrer et rien de plus. Depuis, ce phénomène est devenu explicable en tenant compte de la nécessité de l'intervention microbienne dans l'acte germinatif (Duclaux) et de cet autre fait, que j'ai bien constaté, à savoir que les *essences*, l'*acide sulfureux*, les *corps du groupe benzoïque* et de la *série aromatique* sont, quoique à des degrés différents, des microbicides de quelque valeur, parmi lesquels l'*acide sulfureux* et le *benzoate de soude* occupent un très bon rang.

» Conduit par des nécessités de recherches micro-organiques, je dus m'efforcer d'accumuler dans un même composé chimique les propriétés antiseptiques de ces deux derniers corps, et j'y suis parvenu en faisant dissoudre une forte proportion d'*acide benzoïque* dans une solution concentrée de *sulfite de soude;* il en résulte un composé que je nomme *sulfibenzoate de soude*, et qui résume en lui les propriétés antiseptiques de ses composants. Il stérilise, en effet, un grand nombre de cultures microbiennes et détruit même le *Clathrocystis roseopersicina*, Cohn, cause de la Morue rouge, Champignon inférieur dont la résistance est considérable. Absolument inoffensif, jusqu'à des doses élevées, pour l'organisme humain, ce composé est très soluble dans l'eau à la température ordinaire. Toutes ces conditions m'ont engagé à en tenter l'essai dans le traitement des plaies à titre d'antiseptique. Ce sont les résultats de cette étude clinique que je viens faire connaître ici : ils peuvent avoir quelque intérêt pour les chirurgiens.

» Avec l'autorisation officielle du Ministère de la Marine, des expériences ont été faites par M. le Dr Fontan, chirurgien en chef à l'hôpital Saint-Mandrier (près de Toulon). MM. les Drs Tedenat, professeurs de clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Montpellier, et Carence, médecin en chef de l'Hôtel-Dieu de Toulon, ont bien voulu y joindre leurs observations propres.

» Toutes les recherches de ces savants praticiens ont porté sur les solutions mères de sulfibenzoate de soude à 30gr pour 1000 d'eau, solutions que je livrais à ces expérimentateurs sous cet état concentré pour la commodité du transport. Elles étaient ensuite additionnées, pour les pansements de plaies, de cinq à huit fois leur volume d'eau selon la susceptibilité cutanée du sujet traité, de sorte que, en réalité, les solutions employées étaient de 4gr à 5gr de ce composé pour 1lit d'eau.

» Quinze observations ont été faites à l'hôpital Saint-Mandrier de mai à août 1887 et ont donné des résultats excellents, tant au point de vue de l'antiseptie que de la marche rapide des plaies vers la guérison. Les malades, pansés avec cet antiseptique à l'exclusion de tout autre agent de même nature, étaient placés côte à côte, pour la comparaison de la marche des phénomènes, avec d'autres blessés traités au *bichlorure de mercure* ou à *l'iodoforme*. M. Fontan a constaté « que les plaies pansées au sulfobenzoate » de soude ne le cèdent, ni pour la rapidité de l'évolution ni pour le dé- » faut de toute complication, aux meilleurs antiseptiques ».

» Parmi les quinze cas relevés, on trouve toute une série de phlegmons plus ou moins graves, dans lesquels les résultats ont été excellents ; ils ont été très satisfaisants dans cinq cas de blessures récentes ou de plaies chirurgicales, mais ils ont laissé quelque peu à désirer dans les abcès fongueux ou tuberculeux. Peut-être le succès, dans ce dernier cas, tient-il à une question de dose. Ce sera un point à élucider ultérieurement.

» De l'ensemble de ses observations, M. le professeur Fontan conclut que :

» 1° Le *sulfibenzoate de soude* employé en lavages ou en fermentations à dose modérée de 4gr à 5gr par litre d'eau est un excellent antiseptique et un topique fort utile pour la cicatrisation des plaies ; 2° il est supérieur à l'*acide phénique* et se place à côté des meilleurs antiseptiques, savoir : les *sels de mercure*, dont il n'a pas la toxicité, et *l'iodoforme*, dont il n'a pas l'odeur désagréable et le prix élevé.

» M. le Dr Carence a employé la solution mère au tiers dans un cas de plaie du pied en pleine suppuration, comprenant tous les orteils et résultant d'une brulûre au troisième degré. Dès la première application, l'odeur disparaissait et la plaie prenait une couleur vermeille.

» Au bout de huit jours, la cicatrisation, d'ordinaire si lente à la suite de plaies par brûlures, prenait un essor tel qu'elle s'est produite en treize jours, c'est-à-dire un mois au moins avant le terme qu'il eût fallu atteindre avec les pansements ordinaires.

» Même succès dans un cas de fracture de la jambe avec plaie ulcérée

et dans un cas d'ulcères variqueux. M. le professeur Tédenat s'est servi de la solution en lavages après empyème et pour le pansement des plaies infectées : il en a tiré de bons résultats. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur de prétendues expériences du* XVIIIe *siècle, relatives à l'influence extérieure de substances renfermées dans des tubes.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

« Pivati, archiviste de l'Université de Bologne, publia, en 1747, à Lucques, un Ouvrage intitulé *Della elettricita medica,* dans lequel il rendait compte de prétendues expériences exécutées à Turin par M. Bianchi, célèbre médecin de cette ville et auteur de la *Purgation électrique.*

» Au lieu d'absorber les médicaments comme dans la méthode ordinaire, on les renfermait dans des tubes hermétiquement scellés, et la vertu purgative s'exerçait par des effluves qui sortaient des pores du verre en même temps que l'étincelle électrique.

» Le bruit de cette découverte s'étant répandu en France, l'abbé Nollet entreprit un voyage en Italie dans le seul but de contrôler les faits énoncés. Le résultat des observations du savant physicien fut, il n'est pas besoin de le dire, complètement négatif. Il en rendit compte à l'Académie des Sciences de Paris, qui publia son travail dans le Volume de 1749, où on peut le lire aux pages 444 et suivantes. L'abbé Nollet examine, par la même occasion, d'autres prétendues expériences de M. Verati, de Bologne, qui soutenait que l'odeur des parfums s'exhalait à travers les pores du verre. Le P. Beccaria, alors âgé de trente-cinq ans, fut un des sujets soumis à l'expérimentation de la purge électrique et trouvés absolument réfractaires.

» Malgré l'insuccès complet de ces épreuves, Winkler, professeur à l'Académie de Leipzig, persista à maintenir qu'elles étaient décisives. Ce savant était célèbre pour avoir eu l'idée fort ingénieuse de remplacer la main par un coussin en crin dans la construction des machines électriques. Aussi son opinion balança pendant quelque temps celle de l'abbé Nollet. La Société royale de Londres ordonna des expériences, qui furent exécutées par Watson, un des correspondants de Franklin et un des plus habiles électriciens du temps. Les conclusions de Watson, identiques à celles de Franklin, furent radicalement défavorables et insérées aux pages 231 et suivantes des *Transactions philosophiques* pour 1751.

» Depuis lors, il ne fut plus question de transporter les propriétés médicinales au travers du verre, par la puissance électrique ; on ne s'occupa plus que d'étudier, en eux-mêmes, les effets des fluides ; la véritable électricité médicale prit naissance, dès que l'on se fut débarrassé de cette action chimérique. Priestley rend compte de ces événements singuliers dans son *Histoire de l'Électricité* (4e édition, p. 143. Londres, chez Bathurst, 1775). L'auteur termine son intéressante Notice en rappelant que, pendant plusieurs années, ces expériences avaient troublé tous les électriciens d'Europe, qu'elles avaient occasionné de très grandes dépenses, mais que les personnes qui assistèrent aux épreuves de contrôle finirent par être toutes convaincues de la futilité de ces assertions extravagantes, et cela, quoique la plupart fussent fortement prévenues en faveur des prétendus inventeurs. Leur confusion finale eut lieu dans les villes mêmes où ces théories étranges avaient pris naissance. »

M. de Chardonnet demande l'ouverture d'un pli cacheté dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans la séance du 12 mai 1884. Ce pli, inscrit sous le n° 3766, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il contient la Note suivante :

Sur une matière textile artificielle ressemblant à la soie. (Extrait.)

« On fait une dissolution de 3^{gr} de cellulose nitrée dans 100^{cc} à 150^{cc} d'un mélange, à parties égales, d'alcool et d'éther. On ajoute $2^{cc},5$ d'une solution filtrée au $\frac{1}{10}$ de protochlorure de fer sec du commerce dans l'alcool (ou de protochlorure d'étain). On ajoute ensuite $1^{cc},5$ d'une solution d'acide tannique dans l'alcool. Le tout est filtré dans un appareil fermé, à l'abri de l'évaporation.

» Cette liqueur est placée dans un réservoir vertical portant au bas un bec de chalumeau horizontal. Cette tuyère, en verre étiré ou en platine, forme un cône aigu : l'ouverture doit être de $0^{mm},10$ à $0^{mm},20$; l'épaisseur du bord ne doit pas excéder $0^{mm},1$. Ce chalumeau débouche dans une cuve pleine d'eau acidulée par $\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide nitrique monohydraté.

» Le niveau étant, dans le réservoir, de quelques centimètres plus haut que dans la cuve, l'écoulement se produit facilement. La veine fluide prend immédiatement de la consistance dans l'eau acidulée et peut être tirée dehors par un mouvement uniforme. Le fil ainsi formé doit être séché rapi-

dement durant son trajet à travers un espace où circule un courant d'air sec (non chauffé) et peut être enroulé dès qu'il est sec. Le fil ainsi obtenu est gris ou noir. On peut introduire un grand nombre de substances colorantes *solubles* dans la solution éthérée et obtenir des fils de toutes couleurs.

» Le nouveau fil est transparent, souple, cylindrique ou aplati; l'aspect, le toucher sont soyeux; le diamètre est de 12^{μ} à 20^{μ}. La charge de rupture est de 20^{kg} à 25^{kg} par millimètre carré (quelques échantillons ont porté 30^{kg}). Il brûle sans que le feu se propage; chauffé en vase clos, ce fil se décompose lentement. Il est inattaquable par les acides et les alcalis de moyenne concentration, par l'eau froide ou chaude. Insoluble dans l'alcool, l'éther, il se dissout dans l'alcool éthéré, l'éther acétique.

» On peut rapprocher plusieurs de ces filières, *tirer* un fil multiple et obtenir des *trames* et des *organsins* immédiatement utilisables. Les brins, réunis au sortir des becs, adhèrent assez fortement pour cela; d'ailleurs, on peut ajouter dans le liquide de la cuve tel adhésif ou tel apprêt qu'on voudra. Le groupement de plusieurs fils offre aussi l'avantage de remédier aux accidents du filage. »

MM. **Maumené** et **Limb** adressent une Note « Sur la marche à suivre pour obtenir les hydrates définis ».

M. **J. Delauney** adresse, de Saïgon, une nouvelle Note portant pour titre : « De la formation des astres ».

M. **Ferd. Guillon** adresse une Note sur un moyen d'augmenter la résistance longitudinale des cylindres rivés, soumis à une pression intérieure.

M. **L. Hugo** adresse une Note portant pour titre : « Remarques sur le nombre 12 en numération ordinaire décimale ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1887.

Mémoire sur les sections des hélicoïdes à plan directeur; par M. Pécharman (Pierre). Montauban, J. Guillau, 1887 (texte et atlas); 2 br. in-f°.

Les fumeurs d'opium en Chine. Étude médicale; par le Dr H. Libermann. Boulogne-sur-Mer, Vve Charles Algre, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1888.)

Leçons de Clinique chirurgicale, professées à l'hôpital Saint-Louis pendant les années 1881 *et* 1882; T. V; par M. le Dr Péan. Paris, Félix Alcan, 1887; 1 fort vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Recherches expérimentales sur la mort par la décapitation; par le Dr Paul Loye. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; br. in-4°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Atlas d'Anatomie comparée des Invertébrés; par A. Vayssière; 1er fasc. Paris, Octave Doin, 1888; in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Note sur le chemin de fer de Bayonne-Anglet-Biarritz; par MM. J. Carimantrand et A. Mallet. Paris, Librairie centrale des chemins de fer, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de la Société d'émulation d'Abbeville; IIIe série, vol. IV, 1884-1886. Abbeville, C. Paillart, 1887; in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; T. I, da marzo 1884 a luglio 1887. Palermo, sede della Societa, 1887; gr. in-8°.

Azimut assoluto del segnale trigonometrico del monte Palanzone sull' orizzonte di Milano, determinato nel 1882 *da* Michele Rajna. Milano, Ulrico Hoepli, 1887; gr. in-4°.

Official copy. — Hourly readings, 1885; Part I, january to march. London, 1887; br. in-4°.

Official copy. — The quarterly weather Report of the meteorological Office; new series, Part II, april-june 1879. London, 1887; br. in-4°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences, new series, vol. XIV; whole series, vol. XXII, Part II, from december 1886 to may 1887. *Selected from the records.* Boston, John Wilson and son, 1887; gr. in-8°.

American Journal of Mathematics, published under the auspices of the Johns Hopkin's University; vol. X, number 1. Baltimore, 1887; br. in-4°.

Annals of Mathematics. Office of publication : University of Virginia; vol. III, number 4. Charlottesville, august 1887; br. in-4°.

Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Stockholm, 1887; 4 br. in-8°.
